COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 14 AVRIL 1845.

PRÉSIDENCE DE M. ÉLIE DE BEAUMONT.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE. — *Mémoire sur les équivalents de plusieurs corps simples; par* M. J. Pelouze.

« La plupart des nombres qui expriment les rapports suivant lesquels les corps simples se combinent, ont été établis par M. Berzelius. Pendant plus de trente ans, les travaux qui ont servi de base à ces déterminations importantes n'ont pas reçu la plus légère atteinte; ils ont suffi à tous les besoins de la science dont ils ont singulièrement hâté les progrès. Toutefois, l'état dans lequel se trouvait l'analyse chimique à cette époque déjà éloignée, n'a pas toujours permis à M. Berzelius d'atteindre une exactitude que le perfectionnement des méthodes devait nécessairement amener plus tard, et il prévit lui-même qu'une révision des poids atomiques deviendrait un jour utile et peut-être nécessaire; cette révision a commencé. Dans un Mémoire remarquable sur la composition de l'acide carbonique, M. Dumas a démontré que le poids atomiquedu carbone déduit, par M. Berzelius, des densités de l'oxygène et de l'acide carbonique, était beaucoup trop élevé, et que de 76,44 il fallait le descendre à 75,00.

» Dans un autre Mémoire, M. Dumas trouva, pour les équivalents de

l'hydrogène et du calcium, des nombres très-rapprochés de 12,5 et de 250, et il lui sembla dès lors que l'hypothèse de Prout sur les équivalents considérés comme des multiples d'un corps unique, l'hydrogène, pourrait bien être fondée.

» Cette théorie parut bientôt étayée d'un grand nombre de travaux qui se succédèrent presque sans interruption pendant deux ans. Au carbone, à l'oxygène et au calcium, on ajouta bientôt, comme nouveaux multiples de l'hydrogène, l'azote, le chlore, le soufre, le zinc, le brome, le mercure, le barium, le strontium, etc., etc.

» L'hypothèse du chimiste anglais semblait devoir être bientôt rangée au nombre des vérités les mieux démontrées; mais enfin la difficulté des expériences qui ont pour objet de fixer les nombres proportionnels de la chimie, et la gravité qui ressortait de changements introduits si rapidement dans une question aussi importante, n'échappèrent pas à quelques-uns des auteurs des travaux dont je viens de parler, et une hypothèse dont rien ne démontre encore aujourd'hui même l'exactitude, aura apporté à la science des travaux d'une très-grande précision.

» Parmi ces travaux, je citerai particulièrement ceux de M. Marignac, qui ont eu pour objet la détermination des nombres proportionnels de l'argent, du chlore et du potassium.

» Je ne crois pas qu'à part le carbone dont le poids atomique a été déterminé par une méthode qui comporte une très-grande exactitude, il y ait dans la liste entière des corps simples, un seul élément dont l'équivalent ait été fixé avec autant de précision que ceux du chlore et de l'argent. M. Marignac semble n'avoir rien laissé à désirer à cet égard ; et les chimistes qui ont lu son travail lui rendront, sans aucun doute, le même hommage que lui a déjà rendu M. Berzelius lui-même.

» Dans le cours de ses recherches, M. Marignac s'était particulièrement attaché à déterminer l'équivalent du chlorure de potassium par une méthode qu'avait déjà suivie M. Berzelius. Cet équivalent n'était pas un multiple de l'hydrogène; j'en fis la remarque dans une Note que j'eus l'honneur de communiquer à l'Académie.

» Je prouvai aussi, en m'appuyant sur les expériences parfaitement concordantes de M. Berzelius et de M. Marignac, et sur quelques autres analyses qui me sont propres, que, puisque l'équivalent du chlorure de potassium n'était pas un multiple de 12,5, le chlore et le potassium ou tout au moins l'un de ces éléments restait nécessairement en dehors de l'hypothèse anglaise, laquelle dès lors était mal fondée.

» Vers la même époque, je communiquai à M. Marignac l'intention où j'étais d'appliquer une méthode susceptible d'une grande exactitude à la vérification et à la détermination d'un grand nombre de poids atomiques, en l'engageant, ce qu'il voulut bien faire, à s'en servir lui-même pour contrôler ses propres expériences sur l'argent, le chlore et le potassium.

» Les chimistes accorderont une grande confiance à cette méthode, car elle est en tout point celle que M. Gay-Lussac a le premier proposée pour l'analyse par la voie humide des alliages d'argent, et dont quinze années d'application journalière ont constaté tout à la fois l'utilité et l'extrême précision.

» Voici comment j'opère :

» Je prends de l'argent parfaitement pur, je le pèse dans une bonne balance d'essayeur, rapidement et facilement sensible au quart de milligramme; j'en introduis depuis 2 grammes jusqu'à 6 grammes dans un flacon à l'émeri de la capacité d'environ 200 centimètres cubes; je l'y dissous dans de l'acide nitrique; j'étends la dissolution de 100 à 150 grammes d'eau, et j'introduis dans celle-ci le chlorure métallique ou métalloïdique. Une ou deux expériences préparatoires m'indiquent très-approximativement les quantités respectives d'argent et de chlorure qu'il faut mettre en présence. Si le chlorure est solide, je le transporte directement du plateau de la balance dans le flacon; s'il est liquide, je le pèse dans une petite ampoule de verre, que je ferme au chalumeau et que j'introduis ensuite dans la dissolution d'argent. Je bouche le flacon et lui imprime un mouvement qui détermine la rupture de l'ampoule et le contact du liquide qu'elle renfermait avec le nitrate d'argent. J'éclaircis le liquide par l'agitation, et je finis la précipitation avec la *liqueur décime* d'argent (1 gramme par litre ou 1 milligramme par centimètre cube).

» Je me conforme d'ailleurs aux instructions données par M. Gay-Lussac dans son beau travail sur la *voie humide*. Avec quelque habitude de ces sortes d'expériences, l'erreur qu'on peut commettre ne doit pas s'élever au delà d'un demi-millième, et même d'un quart de millième du poids de l'argent.

» En effet, il n'y a pas ici de précipité à recueillir sur un filtre, à laver, à sécher, à peser : les seules pesées à faire sont au nombre de deux, ce sont celles des corps mêmes que l'on doit mettre en présence. Leur contact, leur réaction a lieu dans un vase bien fermé. Le terme de l'analyse est indiqué par un signe bien simple, par la transparence d'une liqueur parfaitement incolore, qu'une minime fraction de milligramme de chlorure d'argent suffit pour troubler de la manière la plus visible.

» La difficulté principale qu'il s'agit de vaincre n'est pas inhérente à ce

procédé; elle se présente dans presque toutes les analyses : c'est celle que l'on éprouve toujours à obtenir des corps parfaitement purs. Il est clair que le chlorure employé à la précipitation de l'argent doit être parfaitement dépouillé de toute matière étrangère. J'ai toujours fait mon possible pour atteindre ce but, et je crois y être parvenu, si j'en juge par la presque identité des résultats que m'ont présentés les mêmes chlorures obtenus et purifiés par des procédés différents.

» Quoi qu'il en soit, c'est avec une grande réserve que je présente ce travail à l'Académie, et j'avoue même que je n'aurais pas osé entreprendre une tâche aussi délicate que celle de la détermination des équivalents chimiques, sans une double circonstance qui m'encourage à faire connaître, dès maintenant, des résultats que je me propose de poursuivre et de compléter. D'une part, la méthode qui m'a servi n'est pas la mienne; je l'ai déjà dit, c'est celle de M. Gay-Lussac appliquée à la question des nombres proportionnels; et, d'un autre côté, M. Berzelius, en rendant compte, dans son dernier Annuaire, du travail de M. Marignac, mentionne cette méthode comme lui paraissant susceptible d'une grande précision.

» Les équivalents du chlore et de l'argent, déduits des expériences de M. Marignac, et d'ailleurs si rapprochés de ceux qu'on trouve dans les Tables de M. Berzelius, m'ont servi de point de départ pour calculer les équivalents mêmes dont la détermination fait l'objet principal de ce Mémoire. Ces équivalents sont 443,20 pour le chlore, et 1349,01 pour l'argent.

Équivalent de sodium.

» 100000 d'argent ont été précipités par

1°........	54158	de chlorure de sodium.
2°........	54125	
3°........	54139	

La moyenne de ces trois expériences donne, pour l'équivalent du sodium, 287,17, et pour celui du chlorure, 730,37.

» Le chlorure de sodium a été obtenu, soit en décomposant par le sulfate de soude le chlorure de barium, soit en décomposant le carbonate de soude par l'acide chlorhydrique. Le sel plusieurs fois cristallisé, desséché à 200 degrés ou fondu, a donné des résultats identiques. On a aussi opéré directement sur de beaux échantillons de sel gemme, d'une transparence et d'une pureté parfaites, trouvés dans les galeries des mines de Dieuze.

Équivalent de potassium.

» Le chlorure de potassium provenait de la calcination du chlorate de potasse bien pur; il était cristallisé : on l'a desséché comme celui de sodium. L'équivalent de ce sel a été déduit de trois expériences, dont la moyenne a donné 932,50, nombre très-rapproché de 932,34, obtenu antérieurement par M. Marignac.

» M. Levol, dont l'exactitude est si bien connue des chimistes, a trouvé, de son côté, 932,49.

$$\begin{array}{r} 932{,}50 \\ -\ 443{,}20 \\ \hline 489{,}30 \end{array}$$

est donc l'équivalent du potassium, et ce nombre est presque identique avec 932,34 — 443,20 = 489,14 (M. Marignac).

Azote.

» J'ai opéré une première fois sur des cristaux de sel ammoniac obtenus par dissolution dans l'eau, une seconde fois sur un échantillon du même sel sublimé.

» 100 parties d'argent ont été précipitées, 1° par 49,556; et 2° par 49,517 de sel ammoniac.

» Le premier de ces nombres donne pour le sel ammoniac l'équivalent 668,38, et pour celui de l'azote, 175,58; le second donne 667,98 et 174,78.

» Moyenne pour l'équivalent de l'azote, 175,08.

Barium.

» Le chlorure de barium a été purifié par plusieurs cristallisations successives; dès la troisième, il a commencé à donner des nombres sensiblement identiques. On le desséchait à 200 degrés dans une étuve à huile ou dans un tube avec une lampe, à une température inférieure au rouge sombre :

4^{gr},002 d'argent ont été précipités par 3,860 de chlorure de barium;
6^{gr},003 d'argent ont été précipités par 5,790 de chlorure de barium;
3^{gr},001 d'argent ont été précipités par 2,895 de chlorure de barium.

D'où l'on déduit, pour l'équivalent du chlorure de barium :

1°......... 1301,14
2°......... 1301,14
3°......... 1301,36

et pour celui de barium :

1°.........	857,94
2°.........	857,94
3°.........	858,16
Moyenne des trois expériences.......	858,01

» L'éclaircissement des liquides est infiniment plus rapide avec le chlorure de barium qu'avec celui de sodium. Les chlorures de barium et de strontium, en perdant leur eau de cristallisation, ne s'altèrent pas, et, sous ce rapport, ils diffèrent du chlorure de calcium. Leur dissolution, après leur dessiccation, est sans action sur le papier de tournesol rouge ou bleu. L'acide carbonique n'y produit aucun précipité. Calcinés dans un long tube rempli d'amiante, ces deux sels laissent dégager de l'eau qui n'apporte pas le plus léger trouble dans une dissolution de nitrate d'argent.

Strontium.

» Même observation que pour le sel précédent. On obtient facilement, par cristallisation, de longues aiguilles de plusieurs centimètres qui, desséchées à 200 degrés ou à la lampe, dans un tube au-dessous du rouge sombre, donnent bientôt des résultats constants.

» Toutefois une première cristallisation donne, en général, un équivalent trop élevé et, inversement pour le barium, un nombre trop léger. Cela paraît tenir à des mélanges de ces deux sels.

2gr,014 d'argent ont été précipités par 1,480 de chlorure de strontium.
3gr,008 d'argent ont été précipités par 2,210.

D'où l'on déduit, pour l'équivalent du chlorure de strontium :

1°.........	991,32
2°.........	991,12

et pour celui du strontium :

1°.........	548,12
2°.........	547,92
Moyenne....	548,02

Silicium.

» Le chlorure de silicium qui a servi à mes expériences m'a été donné par M. Ebelmen. Il était d'une transparence parfaite et tout à fait incolore ; il ne laissait aucune trace de résidu par son évaporation dans une petite capsule de verre. Il avait séjourné pendant longtemps sur du mercure.

» Après la précipitation de l'argent qui s'est effectuée très-facilement par

ce chlorure, la liqueur filtrée et évaporée laissait de la silice gélatineuse incolore et transparente. Il m'a semblé que la totalité de la silice ne s'est pas dissoute dans l'acide nitrique ; mais la faible proportion qui restait en suspension dans la liqueur ne s'opposait nullement à l'éclaircissement de celle-ci par l'agitation, et je ne crois pas que sa présence ait amené aucune erreur dans les résultats.

I. $2^{gr},9595$ d'argent ont été précipités par 1,167 de chlorure de silicium.
II. $3^{gr},685$ d'argent ont été précipités par 1,454.

» Pour 1 gramme d'argent, on a

I.......	0,394325	de chlorure de silicium.
II......	0,394570	

D'où, pour l'équivalent du chlorure de silicium :

1°.........	531,95
2°.........	532,28

et pour le silicium même :

1°.........	88,75
2°.........	89,13
Moyenne....	88,94

Phosphore.

» J'ai opéré avec le protochlorure $Ph\,Cl^3$; mais je me propose de me servir aussi du perchlorure.

» Le chlore bien desséché était reçu sur du phosphore. Lorsque ce dernier s'était dissous, on arrêtait le dégagement du gaz et l'on mettait en contact, avec un grand excès de phosphore très-divisé, le mélange représenté par du protochlorure, et une petite quantité de perchlorure. Après plusieurs jours de contact, le mélange décanté était agité avec un amalgame d'étain, distillé sur cet amalgame et soumis à des rectifications successives; au bout de peu de temps, le liquide distillé précipitait des quantités toujours à peu près exactement semblables d'argent; il était incolore et ne portait aucun trouble dans l'eau distillée.

» Au moment où le chlorure de phosphore est mis en contact avec une dissolution acide de nitrate d'argent, il se produit un précipité brun qui peu à peu se décolore et affecte bientôt la couleur du chlorure d'argent légèrement altéré par la lumière. L'acide phosphoreux, produit par l'action de l'eau sur le chlorure, se change sans doute très-rapidement en acide phosphorique; mais la présence de cet acide ne doit apporter aucune inter-

vention fâcheuse, car il est sans action non-seulement sur le nitrate acide, mais encore sur le même sel à l'état de liberté.

» Il faut en moyenne 42,74 parties de protochlorure de phosphore pour précipiter 100 parties d'argent. Ces résultats ont conduit pour l'équivalent du phosphore au nombre 400,3.

Arsenic.

» Le chlorure a été distillé plusieurs fois pour le dépouiller d'un excès de chlore qu'il renfermait. Il était incolore, disparaissait entièrement dans une grande quantité d'eau. Son point d'ébullition, pendant la durée de sa rectification, n'a pas semblé changer notablement. Le thermomètre marquait 134 à 135 degrés.

» Trois expériences ont donné :

I...........	2267,5
—	1329,6
As.....	937,9
II..........	2266,7
—	1329,6
As.....	937,1
III.........	2267,0
—	1329,6
As.....	937,4

Moyennes des trois expériences.... { 937,9 ; 937,1 ; 937,4 }

$$\frac{2812,4}{3} = 937,5$$

Équivalent de l'arsenic...... 937,50

» Le tableau suivant indique la valeur des différents équivalents dont je viens de parler; je les ai mis en regard de ceux qu'on trouve dans les Tables de M. Berzelius.

		Selon M. Berzelius.
Sodium.......	287,17	290,90
Potassium.....	489,30	489,92
Azote.........	175,08	177,03
Barium.......	858,03	856,88
Strontium.....	548,02	547,29
Silicium.......	88,94	92,43
Phosphore.....	400,30	392,29
Arsenic.......	937,50	940,08

» Les changements les plus notables apportés dans les valeurs numériques des équivalents ci-dessus désignés affectent principalement le phosphore et le silicium. Tous les autres, l'azote excepté, diffèrent fort peu de ceux qui ont cours dans la science.

» Si l'on divise ces nouveaux nombres par 12,5 ou par l'équivalent de l'hydrogène, on arrive à des résultats dont quelques-uns sont fort éloignés de l'hypothèse de Proust. Pour d'autres, au contraire, tels que l'azote, le phosphore et l'arsenic, les quotients sont des nombres entiers. Leurs équivalents, déduits de l'expérience, sont des multiples de l'hydrogène. Ce sont surtout les éléments des matières organiques qui paraissent être dans ce dernier cas. L'hypothèse en question serait-elle vraie pour certains corps, fausse pour d'autres? S'il est difficile de se prononcer pour le cas où les nombres de l'analyse se confondent avec ceux de la théorie, il faut avouer qu'en se renfermant dans la voie purement expérimentale, il semble que la question des équivalents multiples de celui de l'hydrogène (12,5) est résolue négativement. »

BOTANIQUE. — *Note concernant des conferves développées sur de l'arsenic; par* M. Bory de Saint-Vincent.

« J'ai vu dernièrement quelque part qu'on venait de découvrir une sorte de conferve ou ébauche de végétation jusque dans une solution d'arsenic. Le fait est très-curieux, mais n'est pas nouveau; et je saisirai l'occasion que m'offre l'avis qui m'en est donné, pour redresser l'erreur où je tombai, lorsque faisant part, en 1836, à l'Académie, d'une découverte semblable, je l'attribuai à quelqu'un qui ne l'avait pas faite, mais qui seulement me l'avait transmise en me priant de la faire connaître par la voie des *Comptes rendus*. Cette erreur s'étant reproduite, sous la garantie de mon nom, dans un très-bon Mémoire de M. Louyet, intitulé *Sur l'absorption des poisons métalliques par les plantes*, il devient nécessaire de rétablir les choses, parce que l'observation dont il s'agit acquiert une certaine importance en corroborant puissamment, à mon avis, l'opinion de ceux qui voudraient qu'on supprimât le chaulage du blé, au moyen d'une substance, certainement plus terrible à l'humanité même qu'efficace contre ce qu'on appelle vulgairement la carie des grains.

» C'est vers 1835 ou 1836 que M. Boutigny, pharmacien à Évreux, ayant abandonné dans son laboratoire un flacon bouché à l'émeri et contenant de l'acide arsénieux, remarqua, un jour que ce flacon lui retomba sous la main,

qu'il s'y était développé de petits corps punctiformes, lesquels, grossissant peu à peu et ayant atteint jusqu'à 3 ou 4 millimètres, émirent de toute leur surface des ramules ou filaments de la plus grande ténuité, qui, se bifurquant et s'entre-croisant, formèrent bientôt un tissu très-délicat contre les parois du verre. M. Boutigny envoya sa plante à plusieurs personnes qui s'adonnaient aux recherches microscopiques, entre autres à M. de Brebissant, très-habile botaniste, qui l'ayant soigneusement examinée et la rapportant au genre *Hygrocrocis*, lui donna pour nom spécifique celui de la substance réputée essentiellement désorganisatrice au milieu de laquelle on le voyait se développer et se complaire. M. de Boutigny m'adressa également son nouvel *hygrocrocis*, par la voie de l'un de mes correspondants, auquel je crus que la découverte était due, et au nom duquel je la communiquai, en faisant remarquer que déjà notre honorable confrère M. Dutrochet avait observé quelque chose d'analogue, et m'avait, depuis plusieurs années, communiqué une végétation confervoïde trouvée par lui dans un flacon d'eau de Goulard. C'est donc M. Boutigny qui le premier a fait réellement connaître l'*hygrocrocis* de l'acide arsénieux, et conséquemment fourni la preuve irrésistible, que le chaulage du blé par l'arsenic ne saurait être une bonne pratique. »

M. Biot présente un opuscule ayant pour titre : *Sur un exposé de la théorie de la Lune rédigé par un auteur arabe du* X[e] *siècle.*

M. Arago a protesté de nouveau contre la publication d'un livre intitulé : *Leçons d'Astronomie professées à l'Observatoire par M. Arago, recueillies par un de ses élèves; 4[e] édition.* M. Arago a montré, à l'aide de quelques citations, que cet ouvrage fourmille de bévues vraiment incroyables, et qu'il n'est digne d'aucune attention.

NOMINATIONS.

L'Académie nomme, par voie de scrutin, une *Commission* pour l'examen des pièces admises à concourir pour le prix *concernant les moyens de rendre une profession moins insalubre* (concours de 1844).

MM. Dumas, Payen, Chevreul, Pelouze, Regnault réunissent la majorité des suffrages.

L'Académie nomme, également par la voie du scrutin, la Commission chargée de décerner le prix de Physiologie expérimentale (concours de 1844).

Commissaires, MM. Flourens, Milne Edwards, Serres, Magendie, de Blainville.

MÉMOIRES LUS.

ÉCONOMIE RURALE. — *Vues pratiques sur les améliorations les plus importantes, les plus faciles et les moins coûteuses à introduire dans notre agriculture; par* M. **J.-E. Dezeimeris**. Second Mémoire (1). (Extrait.)

(Commission précédemment nommée.)

« Vers le dernier tiers du XVIIe siècle, la France et l'Angleterre étaient constituées, au point de vue agricole, à très-peu de chose près de la même manière.

» L'un et l'autre pays avaient à peu près le quart de leur territoire couvert de forêts et de landes; plus d'un autre quart en pâtis, communaux ou particuliers, et en prairies naturelles. Le surplus du domaine agricole, livré à la charrue, était occupé : un tiers par des céréales d'hiver, un tiers par des céréales de printemps, un tiers par la jachère. L'étendue des champs qui produisent l'engrais était, à peu de chose près, égale à celle des champs qui le consomment; en d'autres termes, il y avait presque autant de prairies et de pâturages qu'il y avait de terres labourables.

» Sous ce régime, le même pour les deux pays, la France, qui contient une étendue proportionnelle de bons sols plus considérable que l'Angleterre, obtenait, en tous genres, des produits plus abondants. A partir de cette époque, les deux pays s'engagent dans deux systèmes exactement contraires et sont conduits à des résultats prodigieusement différents.

» Précisons les faits :

» Le blé étant l'article de commerce le plus important que la France pût offrir à ses voisins, pour s'en procurer une plus grande quantité, on se mit à défricher les champs de pâture qui étaient le moins productifs, et on les ensemença en céréales. On y obtint, sans engrais, et pendant plusieurs années consécutives, de belles récoltes, car nul terrain n'est plus fertile que celui qui a été longtemps gazonné. Après avoir rompu les friches les moins herbeuses, on s'attaqua aux pelouses mieux gazonnées, puis aux pacages et aux prés secs.

» Vainement quelques hommes prévoyants reconnurent que c'était s'attaquer au principe même de la fertilité des terres, et essayèrent d'arrêter cette

---

(1) *Voir* le *Compte rendu* de la séance du 24 février 1844, tome XX, page 491.

sorte de vandalisme. Tous les prés non fauchables furent rompus, même sur des terrains en pente, qu'un gazon épais et ancien pouvait seul soutenir.

» On ne s'arrêta que lorsqu'il ne resta plus que de mauvaises landes pour pacage, et juste assez de prairies pour nourrir parcimonieusement les attelages nécessaires à l'exécution de l'immense quantité de travaux qu'on venait de se créer. Les quatre cinquièmes du domaine agricole, et, en beaucoup de contrées, les sept huitièmes ou même les neuf dixièmes étaient maintenant en terres labourables.

» La France, dont le produit en froment avait été, au milieu du XVIIe siècle, de 90 millions d'hectolitres, voyait tomber ce produit à 60 millions d'hectolitres au milieu du XVIIIe siècle.

» On voit à quoi avait abouti ce système qui consistait à sacrifier le pâturage au labourage, et toute autre production à la production du blé.

» Après avoir donné trois, quatre ou cinq récoltes successives de céréales, les terrains défrichés se trouvaient ramenés par épuisement à l'état des anciennes terres labourables, et ils étaient condamnés dès lors à ne plus donner de produits qu'à la condition de recevoir des engrais et de jouir du repos de la jachère au moins une fois en trois ans. On se trouvait donc avec un tiers de jachères de plus et deux tiers de pâturages de moins; un tiers de plus de l'espèce de terrain qui exige le plus de travaux et ne donne rien, deux tiers de moins de l'espèce de champs qui peut donner le plus de produits et exige le moins de frais; c'était beaucoup de peine gagnée en échange de beaucoup de bénéfices perdus. Pour conserver le degré de fécondité qu'elles avaient avant les défrichements, les terres labourables, augmentées maintenant d'un tiers, auraient exigé un tiers de plus d'engrais qu'autrefois; on en avait deux tiers de moins, puisque, avec les pâturages, avait disparu nécessairement le bétail qui s'y nourrissait.

» Considérons maintenant chez les Anglais le développement et les résultats du système contraire.

» Frappés de l'insuffisance des engrais produits dans l'organisation agronomique de cette époque, insuffisance qui mettait dans la nécessité de laisser chaque année un tiers des terres labourables en jachère; voyant d'ailleurs que les terres ne rapportent au delà des frais qu'elles coûtent, ou ne donnent de produit net qu'en raison des engrais qu'elles reçoivent, les Anglais reconnurent la nécessité d'augmenter le bétail, par conséquent d'étendre les prairies et pâturages, ou les cultures fourragères, en restreignant les cultures épuisantes.

» Au lieu d'ensemencer en céréales les deux tiers des terres labourables, la moitié seulement de ces terres fut emblavée, tout le reste fut ensemencé en herbes ou en racines fourragères. Ce changement doublait la portion du domaine consacré à nourrir du bétail, et faisait plus que doubler la masse des produits destinés à cet usage. Bien que l'énorme quantité d'engrais obtenus en conséquence de cet accroissement du bétail semblât permettre à l'agriculteur anglais de s'en montrer prodigue, il s'attacha, au contraire, à découvrir et à fixer les vrais principes de l'économie de cette matière précieuse. Au lieu de jeter ses fumiers sur la sole de blé, et de s'empresser d'épuiser le terrain par deux récoltes successives de céréales, ce qui est retirer d'une main ce qu'on donne de l'autre, il posa pour précepte de n'appliquer les engrais qu'à des récoltes qui les reproduisent et les multiplient, à des récoltes que le bétail consomme et qu'il restitue au sol en les doublant.

» En Angleterre aussi, on se mit à pratiquer des défrichements, mais ce ne fut point pour agrandir le champ des cultures épuisantes, ce fut encore, et toujours, pour augmenter l'étendue du domaine consacré au bétail. Les landes, qui ne rapportent rien, les forêts, dont les produits croissent trop lentement pour donner de grands revenus, disparurent pour faire place à des pâturages, peu productifs aux yeux des cultivateurs exclusifs du blé, mais en réalité d'un revenu considérable, parce que les récoltes, peu abondantes en apparence à un moment donné, y renaissent sans cesse sous la dent du mouton qui les recueille.

» Les quatre cinquièmes du domaine agricole se trouvaient enfin en prairies ou pâturages, ou en cultures fourragères; tous ces champs étaient fertilisés au moyen des eaux, des marnes, des glaises, des composts, des fumiers, du parcage. Aux masses de produits qu'ils fournissaient, s'ajoutaient les pailles, dont la plus grande partie, considérée comme trop précieuse pour faire des litières, formait la base de la nourriture du bétail pendant l'hiver; avec de tels approvisionnements, on avait pu *quintupler le capital agricole vivant*. Ayant reconnu l'énorme profit qu'il y avait à tuer les animaux aussitôt qu'ils avaient pris toute leur croissance, puisque avec une quantité donnée de nourriture on en entretient quatre fois plus jusqu'à l'âge de trois ans qu'on n'en entretiendrait si on les laissait vivre jusqu'à l'âge de dix ans, on s'était attaché à créer des races précoces, qu'on engraisse de très-bonne heure et qu'on ne laisse vivre que jusqu'à trois ans, ce qui permet de livrer chaque année à la consommation le tiers de toutes les existences. De là un accroissement prodigieux dans la quantité des matières premières qui servent à alimenter les branches principales des manufactures et de l'industrie.

» Mais ici se révèle un fait ou plutôt un grand principe économique, que les Anglais ont mis à profit dans une certaine mesure, mais dont ni cette nation ni aucune autre n'a encore tiré toutes les conséquences, et qui promet à ceux qui en comprendront toute la portée d'immenses profits à réaliser : c'est le principe de la *précocité* ou de la *rapidité du développement*, et de la multiplication corrélative des produits.

» Un veau prend un accroissement plus rapide depuis le moment de sa naissance jusqu'à l'âge d'un an, que d'un an à deux; plus rapide d'un an à deux que de deux à trois; de deux à trois que de trois à quatre, et ainsi de suite; mais surtout il en coûte beaucoup moins de fourrages pour lui procurer un accroissement de valeur de 50 francs, de six mois à un an, que de dix-huit mois à deux ans, et incomparablement moins que de trente mois à trois ans.

» Quand on a énormément de terres à labourer, comme dans une grande partie de la France, les prairies naturelles et le peu de fourrages qu'on cultive suffisent à peine à nourrir les animaux nécessaires pour l'exécution des travaux. Ces attelages sont des animaux adultes, de ceux, par conséquent, qui consomment le plus. Avec de grandes masses de foin ou de fourrages, on n'en peut entretenir qu'un fort petit nombre.

» Si l'on avait, au contraire, beaucoup moins de terres à labourer, et beaucoup plus de prairies naturelles ou artificielles, on n'aurait besoin que d'un petit nombre d'animaux de travail, et l'on pourrait entretenir une grande quantité d'animaux de rente.

» Et si l'on prenait, comme en Angleterre, l'habitude de livrer les bœufs à la boucherie dès l'âge de deux ans et demi à trois ans; si l'on substituait aux animaux qui consomment beaucoup et ne croissent plus, les animaux qui consomment très-peu et croissent très-rapidement, on voit l'énorme quantité de viande qu'on serait en mesure de fournir à la consommation, et la prodigieuse quantité de suifs, de peaux, de cornes et d'os qu'on pourrait livrer à l'industrie. Ainsi avec le système agricole de la France, qui ne consacre aux cultures fourragères que le *quart* ou le *cinquième* du territoire, le bétail ne donne presque aucun revenu; avec le système anglais tenant les *trois quarts* ou les *quatre cinquièmes* des terres en pâturages, le bétail est le plus riche de tous les produits.

» Mais ce n'est point seulement dans l'économie du bétail à cornes que l'application du principe de la précocité et de la rapidité de développement peut donner les résultats prodigieux qu'en a obtenus l'Angleterre, et de plus merveilleux encore; pour celui qui entretient des bêtes à laine, non pas

seulement comme machines à toison, mais aussi comme machines à viande, la différence n'est pas moindre de les garder jusqu'à *cinq* ou *six* ans, ou seulement jusqu'à *deux*.

» Dans la race porcine, quelle différence n'y a-t-il pas entre les bénéfices qu'on peut tirer d'animaux prenant leur développement et prenant graisse dans le cours de leur *première année*, ou d'animaux de race tardive, exigeant *deux ans* ou plus pour se développer, et ne s'engraissant bien qu'à cet âge? N'y a-t-il pas cent pour cent de bénéfices de plus pour la fermière qui ne garde ses poulets que *trois mois* et les engraisse alors, que pour celle qui les laisse vivre jusqu'à *six*; pour celle qui réforme ses poules pondeuses peu après *trois ans*, époque de leur plus grande fécondité, que pour celle qui les laisse vivre jusqu'à *six* ou *sept*, âge où leur fécondité, successivement diminuée, ne paye plus le quart de la valeur de ce qu'elles consomment?

» Et ce n'est pas seulement au règne animal que ce grand principe économique trouve son application. En recherchant dans les végétaux ce même caractère de précocité ou de développement rapide, nous avons pu faire choix, pour nourrir le bétail, de plantes qui nous procurent non pas *un* fourrage par an, comme c'est l'ordinaire, mais *trois* et jusqu'à *quatre* fourrages successifs dans le cours d'une année. C'est d'après ce même principe que les Anglais, ayant reconnu que le ray-grass qui vient d'être tondu acquiert, *avec une extrême rapidité, un pouce* de longueur, *assez rapidement* encore *un second pouce*, puis, *plus lentement*, un *troisième pouce*, et successivement, *de plus en plus lentement*, chaque pouce qui suivrait le troisième, ont adopté ce système, admirablement calculé, qui consiste à livrer au printemps leurs pâturages aux jeunes bœufs dont il s'agit d'achever l'engraissement, et à les charger ensuite de moutons, de dix en dix jours, ou à peu près, tout le long de l'année, pour les raser à fond et les laisser successivement recroître *à la longueur de quelques pouces*. On y nourrit ainsi deux fois plus d'animaux qu'on n'en pourrait entretenir avec une ou deux coupes de foin que fourniraient les mêmes prairies traitées à la manière ordinaire.

» Prévenons ici et réduisons à sa valeur une objection qu'on ne manquera pas de nous faire. C'est la nature, dira-t-on, qui a fait de l'Angleterre un pays à bétail, et qui nous prescrit à nous d'être un pays à céréales. Une atmosphère brumeuse, des pluies rarement excessives, mais distribuées avec modération dans toutes les saisons de l'année, font de la Grande-Bretagne un pays d'herbes par excellence.

» L'observation est juste et serait sans réplique si l'on ne pouvait nourrir le bétail qu'à la manière anglaise, avec des turneps et des pâturages de ray-

grass. C'est bien ce qu'ont tenté de faire plus d'une fois de maladroits imitateurs, qui ne savent que calquer mécaniquement un système, au lieu d'appliquer un principe en l'accommodant aux circonstances; et il est vrai que, hors de quelques localités heureusement situées, ils devaient partout échouer en France. Mais si notre pays n'est pas, en général, un pays à pâturages, c'est un pays où réussissent parfaitement, selon les localités, le trèfle, le sainfoin, la luzerne, le farouch et beaucoup d'autres fourrages; où réussissent, en particulier, beaucoup de plantes fourragères à développement très-rapide, au moyen desquelles on peut aisément entretenir sur un espace donné, ainsi que notre expérience personnelle le constate, autant de bétail qu'en entretiennent les contrées les plus favorisées de l'Angleterre. C'est ce que nous démontrerons dans un prochain Mémoire. »

GÉOLOGIE. — *De la chronologie des terrains et du synchronisme des formations; par* M. **Constant Prevost.** (Extrait.)

(Commissaires, MM. Alex. Brongniart, Cordier, de Blainville.)

« L'étude du sol doit servir de base à l'histoire de la terre.

» Il importe de suivre dans cette étude une marche méthodique rationnelle, qui permette de grouper les faits d'une manière naturelle, afin d'apprécier chacun d'eux à sa juste valeur.

» Le Mémoire de M. Constant Prevost a pour but principal de résumer la doctrine qui le dirige depuis plus de vingt ans dans son enseignement.

» Après avoir essayé de fixer la nomenclature géologique, en donnant un sens précis et invariable à plusieurs des expressions journellement employées presque au hasard et dans des acceptions opposées par la plupart des géologues, il examine les divers points de vue sous lesquels le sol doit être successivement étudié.

» Il fait voir comment il est nécessaire de se rendre compte du synchronisme des formations, et d'isoler et caractériser chaque sorte de celles-ci pour arriver à établir une série chronologique des terrains dont tous les termes puissent être comparables.

» Le *sol* est l'ensemble de toutes les substances solides minérales qui constituent la portion de la terre accessible à notre investigation directe.

» Ce sol n'a certainement point toujours été tel qu'il est aujourd'hui.

» Les matériaux ou *substances minérales* dont il est composé peuvent être étudiées sous trois points de vue distincts :

» 1°. Ils ne sont pas de même sorte;

» 2°. Ils n'ont pas été formés par la même cause;

» 3°. Ils n'ont pas été produits dans le même moment.

» Chacun porte en lui la triple empreinte de sa nature intime, de son origine et de son époque.

» Les *roches* sont les matériaux essentiels du sol, classés uniquement d'après leurs caractères minéralogiques ou physiques inhérents; elles sont feldspathiques, pyroxéniques, calcaires, argileuses, ou cristallines, sédimentaires, schisteuses, etc.

» Les *formations* sont les roches, quels que soient leur nature et leur âge, qui ont été formées par des causes analogues ou distinctes : formations ignées, formations aqueuses, marines, d'eau douce, etc.

» Les *terrains* réunissent les roches de toute nature et de toute origine qui ont été produites dans une même période de temps : terrains primaires, terrains secondaires, terrains tertiaires, ou terrains inférieurs, terrains moyens, terrains supérieurs, etc.

» Les *terrains* et les *formations* sont jusqu'à un certain point, pour le géologue, ce que sont les latitudes et les longitudes pour les astronomes.

» Les *terrains* partagent l'épaisseur du sol en tranches horizontalement parallèles, comme l'équateur, les cercles tropicaux et polaires partagent la sphère; tandis que les diverses *formations* séparent le même sol en tranches verticales, comme le font les méridiens.

» La divergence dans le langage des géologues s'explique par l'introduction successive d'idées différentes de celles qui avaient conduit à créer la première nomenclature.

» Werner, auquel il faut toujours remonter comme au fondateur de la géologie positive et méthodique, comprit le premier la nécessité d'établir une technologie fixe; il employa constamment divers termes, dont les mots *roche*, *formation* et *terrain* sont la traduction plus ou moins exacte; mais, pour Werner, une même cause avait produit toutes les substances qui composent le sol, elles étaient de formation neptunienne, et selon lui, les différences que présentaient les dépôts superposés étaient dues uniquement à la diversité de l'époque où la formation avait eu lieu, de sorte que *formation* et *terrain* étaient deux expressions presque synonymes qui se rapportaient également à l'âge des dépôts.

» C'est aux plus dignes disciples de Werner, à ceux qui ont le mieux profité de ses leçons et les ont immortalisées par les précieux travaux et les belles découvertes qu'ils ont faites sous leur impression, que la science doit les idées nouvelles qui, aujourd'hui, la dominent et la régissent.

» M. de Buch parcourant l'Europe de l'équateur au pôle, M. de Humboldt traversant les mers pour aller comparer le gisement des roches dans les deux hémisphères, ont rencontré presque en même temps la vérité en suivant la route que leur vénérable maître avait tracée.

» Aux yeux de ces deux grands observateurs, la cause ignée, jusque-là négligée et repoussée à l'école de Freyberg comme insignifiante, acquit une importance comparable à la cause aqueuse, et la production contemporaine des effets des deux causes, agissant *synchroniquement*, devint la conséquence nécessaire de cette première vue.

» M. de Humboldt, l'un des premiers, a formulé d'une manière précise le synchronisme de certains produits ignés et aqueux, en établissant, dans la classification chronologique des terrains secondaires et tertiaires, deux séries parallèles correspondantes.

» Depuis lors, tous les géologues ont adopté cette idée, que MM. Brongniart et Boué ont développée avec tant de science dans les Tableaux de terrains qu'ils ont publiés.

» La distribution sur deux lignes parallèles des formations ignées et des formations aqueuses était un grand pas de fait; elle est désormais fondée sur les observations aussi nombreuses que certaines de MM. de Buch, de Humboldt, Hausmann, Brongniart, de Bonnard, Élie de Beaumont, qui, dans des localités très-distantes, constatèrent la superposition des roches granitoïdes à des calcaires fossilifères de divers âges, et, d'un autre côté, sur la transition graduée que la composition, la structure, le gisement établissent entre les granits les plus anciens et certains produits volcaniques les plus modernes.

» L'étude des phénomènes actuels et son application à l'explication des phénomènes anciens ont achevé de démontrer, comme une vérité incontestable, l'action synchronique, depuis les temps les plus reculés, des deux principales causes plutonienne et neptunienne.

» Cette séparation des deux classes de causes et d'effets offrit un grand avantage pour la distribution chronologique des terrains et la caractérisation de chacun d'eux; car, faisant abstraction de toutes les roches non stratifiées d'origine ignée que l'on rencontre dans le sol, et dont la position n'indique pas l'âge relatif, il ne resta plus à comparer entre elles que les roches formées dans le sein et par l'action des eaux. Mais toutes les eaux ne sont pas de même nature; les matières qu'elles charrient et déposent ne sont pas identiques; les animaux et les végétaux dont elles peuvent envelopper les dépouilles dans les sédiments qu'elles forment, ne sont pas de mêmes espèces; de sorte

que, dans le même moment, synchroniquement, des dépôts de formation neptunienne ont lieu, qui diffèrent, par leur nature, leur étendue, les fossiles qu'ils renferment, selon que ces dépôts ont été produits sous des eaux douces ou sous des eaux marines, et selon diverses circonstances secondaires. D'un autre côté, on conçoit que des dépôts, presque sous tous les rapports semblables, peuvent avoir été formés à des intervalles de temps très-éloignés, soit dans les eaux douces, soit dans les eaux marines, etc.

» Aussi, les mêmes principes et les mêmes raisons qui ont conduit à éliminer, pour la classification des terrains, les formations ignées, doivent conduire naturellement à distinguer, les unes des autres, les formations aqueuses de diverses sortes, pour n'avoir plus à comparer entre eux, et successivement, que les effets chronologiques de chaque sorte.

» C'est arriver, en un mot, à sous-diviser la série générale des terrains en autant de séries synchroniques partielles qu'il y a de formations distinctes.

» Après avoir fait voir que les formations terrestres et d'eau douce ont nécessairement moins d'étendue, de constance, et par conséquent d'importance que les formations sous-marines, M. Constant Prevost fait encore la remarque que, dans la mer elle-même, des causes diverses agissent ensemble; des sources calcarifères et silicifères, des volcans submergés, y produisent des effets dont il faut faire momentanément abstraction, comme n'ayant pas non plus une grande généralité, et ne présentant pas toujours des caractères marins exclusifs.

» Restent les effets de deux grandes causes pour ainsi dire rivales, antagonistes, qui agissent simultanément d'une manière permanente dans les mêmes bassins marins; ces effets, d'une égale importance, se distinguent nettement lorsqu'ils restent isolés, mais souvent ils se confondent, se combinent, s'enlacent, se succèdent, alternent sur les mêmes points.

» Ces deux grandes causes sont, d'une part, les eaux salées de la mer, avec les animaux nombreux qui les habitent; les myriades de Polypes, de Mollusques, de Poissons qui laissent après leur mort des dépouilles solides à la disposition des vagues, des marées, des courants, des orages qui les transportent, les brisent, les triturent, et les entassent pêle-mêle pour en composer des bancs pierreux puissants.

» D'une autre part, les eaux fluviatiles affluentes qui, après avoir lavé et raviné le sol continental, viennent déboucher avec une abondance et une vitesse périodiquement variables dans les bassins marins, y portant pour tribut tout ce qu'elles ont pu enlever et arracher à ce sol: matières minérales, végétaux, animaux qu'elles roulent avec violence, ou bien emportent légère-

ment, pour les déposer sur les rivages, à leur embouchure, et souvent bien loin, dans les abîmes les plus profonds, où des débris intacts de produits terrestres et fluviatiles vont s'associer ainsi à ceux des animaux des plus hautes mers (Bois, Ichthyosaures, Crocodiles, Bélemnites, Ammonites, Nautiles, Crinoïdes, etc.).

» On n'a pas assez réfléchi lorsque l'on a dit que les formations fluvio-marines n'étaient que des accidents locaux d'embouchure et de golfe; on pourrait presque avancer, sans parodoxe, que, dans certaines mers bordées de vastes continents, les eaux douces affluentes produisent plus dans la mer que les eaux marines elles-mêmes.

» Le Mississipi et ses tributaires enlèvent au continent qu'ils traversent plus de matières sédimentaires et de corps organisés, pour les porter dans la mer, que les vagues de celles-ci n'en prennent sur tout le pourtour des deux Amériques; et l'on sait, par de journaliers exemples, que des végétaux apportés par ce fleuve, des rives du Missouri dans le golfe du Mexique, vont atterrir sur les côtes d'Islande et même du Spitzberg.

» Après avoir reconnu la complication des divers effets produits simultanément dans les mers actuelles, et avoir établi qu'à chaque époque antérieure, de semblables effets ont également eu lieu synchroniquement, on pourra distinguer les formations fluvio-marines des formations marines exclusives, de tous les temps, aux caractères suivants :

» 1°. *Formations fluvio-marines*. Prédominance des sédiments alternativement argileux et arénacés régulièrement stratifiés; abondance de végétaux terrestres et par suite d'amas et de bancs de charbons; présence d'animaux fluviatiles ou terrestres associés dans les mêmes couches à des animaux marins. On peut ajouter que, dans les formations fluvio-marines pélagiennes, les argiles prédominent sur les grès, que les fossiles sont bien conservés, qu'ils sont isolés ou groupés avec ordre par familles et par lits, que les fossiles marins rappellent des animaux de haute mer; enfin l'absence presque absolue des Polypiers pierreux.

» 2°. *Formations marines*. Prédominance de roches calcaires composées de fragments plus ou moins atténués, mais reconnaissables, de coquilles marines et surtout de nombreux madrépores, et, à plus forte raison, des bancs de Polypiers en place. La rareté et l'isolement de débris végétaux alors presque toujours roulés, de squelettes entiers, l'entassement sans ordre de coquilles univalves et bivalves, littorales et pélagiennes, la désunion des valves, le mélange avec des galets, etc., peuvent être donnés comme des caractères complémentaires.

» Si de ce point de vue élevé, que fournit l'observation de ce qui se passe maintenant sous nos yeux, et sans s'arrêter à des anomalies explicables, on embrasse d'une manière générale l'innombrable série des couches alternativement argilo-arénacées et calcaires qui composent l'ensemble des terrains du centre de l'Europe, on voit se dessiner deux grands groupes dont les caractères particuliers sont ceux qui viennent d'être signalés, et ne peuvent pas être attribués à l'époque, mais au mode de formation, puisque les membres de ces deux grands groupes s'enlacent et alternent un grand nombre de fois sur une épaisseur immense qui annonce la persistance des deux causes pendant un temps très-long.

D'une part : Formations marines.	*D'autre part : Formations fluvio-marines.*
Bancs de Polypiers des mers tropicales.	Substances et vases avec amas de bois qui encombrent l'embouchure des fleuves et sont emportés dans la mer.
Amas coquilliers des rivages et des bas-fonds actuels.	
Faluns de Palerme, de Syracuse, de Dax, de Bordeaux, de Touraine, crag de Suffolk, etc.	Argiles subapennines.
	Marnes et argiles tertiaires.
	Marne et argile de Londres.
Calcaires circumméditerranéens.	Marne et argile plastique.
Calcaires grossiers parisiens.	Gault et couches argileuses arénacées du grès vert.
Craie de Maestricht, de Meudon, d'Angleterre.	Argiles des Weald, grès de Tilgâet et Hastings.
Calcaire de Portland.	Argile de Honfleur et de Kimmeridge.
Coral rag, etc., calcaire à polypiers de Caen.	Argile de Dives et d'Oxford.
	Argile, grès et charbon de terre de Brora et du Yorkschire.
Calcaires oolitiques.	
supérieurs.	Argiles et grès à lignite de lias.
moyens.	Houille de Petit-Cœur.
inférieurs.	
Calcaire à encrines, à gryphées.	Les marnes, grès à végétaux et charbon du trias.
Muschelkalk.	
Zeichstein et magnesian limstone.	
Calcaire carbonifère.	Le terrain houiller.
Calcaire dévonien.	Charbons dévoniens et de la Loire.
Calcaire silurien, etc.	Schistes à graphtolites.
Calcaire cipolin.	Anthracite, graphite.
Calcaire marbre saccharoïde? etc.	Phyllades, stéaschistes, etc.

» M. Constant Prevost met sous les yeux de l'Académie un tableau synoptique qui représente, d'une manière théorique, les rapports et les enchevêtrements des deux grandes classes parallèles des formations marines et

fluvio-marines, et, à l'appui, il cite de nombreux faits qu'il a observés ou qui sont consignés dans les ouvrages généraux et les descriptions détaillées dus aux plus célèbres géologues de l'époque.

» Il présente aussi plusieurs dessins qui ont pour objet de représenter le synchronisme actuel des formations de toutes les sortes, et de donner un exemple des effets produits à trois époques différentes sur un même point du sol par suite de changement dans le relief de celui-ci, et le déplacement de foyer des causes agissantes; de telle sorte que des formations marines et fluvio-marines, littorales et pélagiennes, ignées et aqueuses, peuvent se succéder et alterner, bien que les causes productrices ne cessent pas d'agir.

» En résumé, pour classer par ordre chronologique les matériaux qui constituent le sol et caractérisent les terrains, on doit, préliminairement, grouper ces matériaux en séries partielles, d'après leur origine ou leur mode de formation.

» Il faut comparer les terrains entre eux dans les formations de même sorte, en prenant pour type celles qui sont les plus générales, les plus constantes; si les formations marines madréporiques ou bancs de Polypiers se rencontraient dans tous les étages du sol, ce seraient eux qui devraient servir de base à la classification des terrains, et ce serait l'étude des Polypiers fossiles qui pourrait le mieux faire connaître les changements organiques et spécifiques qui se sont opérés sous la seule influence du temps.

» A défaut, on peut prendre les calcaires grossiers à coquilles marines et à polypiers de toutes les époques, puis les roches arénacées argileuses et charbonneuses qui sont en connexion intime, et qui alternent avec eux. Il ne reste plus qu'à annexer à ces premières séries fondamentales, les formations aqueuses, estuariennes, fluviatiles, lacustres, palustrines, travertines, etc., puis les formations ignées synchroniques correspondantes; de cette manière, l'étude du sol devient, comme on le voit, aussi simple et facile que méthodique.

» Le synchronisme est donc, pour l'étude du sol et pour celle de l'histoire de la terre, un principe fondamental qui doit être pris en première et sérieuse considération, car il y a synchronisme dans les phénomènes, dans les événements comme dans les produits; on retrouve le synchronisme dans les grands faits comme dans les plus petits détails.

» Le synchronisme, qui est la contemporanéité de causes différentes agissant simultanément, semble d'autant plus difficile à admettre tout d'abord en géologie, que les effets de ces causes apparaissent sur tous les points, dans un ordre successif ou alternatif; aussi a-t-on déjà taxé le synchronisme géolo-

gique d'hypothèse ingénieuse, mais qui se trouve en contradiction avec les faits, ou, comme on le dit, contraire à l'évidence.

» Il en est cependant du synchronisme des causes géologiques comme de la continuité et simultanéité de celles qui produisent le jour et la nuit, le matin, le midi et le soir, depuis que la terre est éclairée par le soleil. Interrogez un habitant de Philadelphie, ou de l'Europe, ou de la Chine, et chacun vous dira qu'il a toujours vu le jour et la nuit se succéder alternativement; que jamais, nulle part, le soir, le matin, le midi, ne lui ont paru se confondre...

» De même qu'il y a synchronisme de formations, de roches, de minéraux, il y a synchronisme d'existence entre les êtres organisés de toutes les classes, de tous les ordres, de toutes les espèces; entre les végétaux et les animaux; entre ceux destinés à vivre sur les terres, ou dans les eaux douces, ou dans les mers, sur les rivages, ou dans les profondeurs, etc. Par conséquent, si, comme cela est certain, des circonstances analogues à celles dont nous sommes témoins, ont existé aux époques antérieures, les êtres devenus fossiles dans le même temps n'ont pu être les mêmes partout; et, bien plus, des êtres semblables ont dû être enfouis à des époques bien différentes.

» Il résulte de ces dernières considérations que, si les corps organisés fossiles peuvent servir à caractériser les formations, il s'en faut qu'ils puissent être employés aussi sûrement à caractériser les terrains.

» Les documents fournis par les fossiles, pour l'histoire de la terre et des diverses phases par lesquelles elle a passé, sont sans doute très-précieux, mais il faut une grande prudence pour en user avec succès et surtout pour n'en pas déduire des conséquences telles que celles que beaucoup de paléontologistes donnent chaque jour comme des vérités déduites des faits, et que dans le monde on accepte comme tels, malgré leur invraisemblance, pour ne rien dire de plus : peut-on, par exemple, admettre que les terres et les mers ont été habitées dans le même moment par les mêmes espèces, parce que l'on regarde, à priori, comme de même âge les dépôts qui renferment les mêmes fossiles, tandis qu'il est beaucoup plus probable que les mêmes espèces ont habité successivement des lieux différents, qu'il y a eu des déplacements, migrations, désertions et même échanges par suite des nombreux changements de forme que la surface de la terre a subis, etc.? Rien ne conduit, en bonne géologie et saine logique, à admettre que des créations entières ont été subitement détruites par des cataclysmes universels, après les effets desquels de nouvelles créations auraient miraculeusement remplacé les premières, et cela non pas quatre ou cinq fois, mais cent fois et plus, si l'on voulait être conséquent avec les apparences.

» Rien n'annonce non plus, dans une autre hypothèse qui cadre mal avec la première, que l'organisation, d'abord simple et rudimentaire, aurait été se perfectionnant par suite de changements successifs ou subits survenus dans la nature des milieux ambiants, etc.

» Tout semble démontrer, au contraire, au géologue observateur, que les êtres vivants ou fossiles, les plus nouveaux comme les plus anciens, appartiennent à un grand et même plan d'organisation conçu dans son ensemble, et non exécuté pièce à pièce, et, pour ainsi dire, suivant des circonstances fortuites ou les besoins de chaque moment.

» On peut presque affirmer que, lorsque les roches les plus anciennes, dans lesquelles nous distinguons les premiers vestiges de corps organisés, ont été formées, le globe terrestre et sa surface étaient déjà dans des conditions presque analogues à celles qui l'entourent aujourd'hui; que les végétaux et les animaux fossiles ne différaient pas essentiellement, par leur organisation, des végétaux et des animaux vivants, et que les êtres actuels auraient pu s'accommoder de l'état extérieur de la terre à l'époque des terrains primaires supérieurs. Y a-t-il, physiologiquement et zoologiquement parlant, plus de différences entre les animaux devenus fossiles et ceux qui nous entourent, qu'il n'y en a entre les espèces de l'Amérique, de l'Europe et de la Nouvelle-Hollande?

» Il y a sans doute un grand fait qui resulte des observations géologiques et de l'étude chronologique des terrains connus; c'est que les espèces végétales et animales anciennes n'étaient pas celles actuellement existantes, qu'il y a même une sorte de passage entre les faunes et les flores des périodes successives jusqu'à la nôtre; mais c'est dans le temps une différence du genre de celle que présente, dans l'espace, la distribution géographique actuelle des êtres organisés. Le géologue et le zoologiste sont dans la même impuissance de rendre compte de ces différences: pourquoi pas de chameaux et de dromadaires en Amérique? pourquoi pas de lamas et de vigognes en Afrique? pourquoi les singes du nouveau continent diffèrent-ils génériquement de ceux de l'ancien? pourquoi des espèces spéciales de Félis? ici des lions, là des cougouards, etc., etc.

» Si ce ne sont pas là des mystères impénétrables pour la raison humaine, il semble qu'avant de chercher à les dévoiler, il est indispensable d'apprendre à ne pas confondre les caractères dus à l'essence intime des choses, avec ceux qui leur ont été imprimés, soit par leur origine, soit par leur époque.

» C'est en faisant une application de ces principes que M. Constant Prevost a été conduit à établir que, pour bien connaître le sol, il faut successive-

ment et isolément étudier la composition, l'origine et l'âge des matériaux dont il est composé.

» Il annonce que ce Mémoire doit être suivi de deux autres complémentaires : l'un sur l'emploi des fossiles dans la détermination de l'âge des terrains ; l'autre ayant pour objet de démontrer que les phénomènes géologiques de l'ordre actuel agissent sur une échelle aussi grande que dans les temps précédents, et que les effets aujourd'hui produits ou qui pourraient l'être par des événements extraordinaires, mais possibles, ne sont et ne seraient inférieurs ni en étendue, ni en grandeur, ni en puissance, à ceux que nous offre la succession des terrains, en ne remontant, si l'on veut, que jusqu'à l'époque des terrains carbonifères inclusivement, pour éviter toute apparence d'exagération. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

ASTRONOMIE. — *Sur la rectification des orbites des comètes au moyen de l'ensemble des observations faites pendant leur apparition; par* M. LE VERRIER.

(Commissaires, MM. Mathieu, Damoiseau, Mauvais.)

« Lorsqu'une comète nouvelle vient à paraître, on peut déterminer une première ébauche de son orbite au moyen de trois observations complètes, et peu distantes les unes des autres. Je suppose ici que l'astre ne se meuve pas dans l'écliptique; et je continuerai, pour plus de simplicité, à raisonner dans cette hypothèse, quoique la méthode que je veux exposer ne soit, en aucune façon, sujette à cette restriction.

» La comète ayant déjà parcouru une partie notable de son cours, on procède à une seconde approximation du calcul des éléments de l'orbite. On choisit pour cela trois positions complètes, aussi distantes les unes des autres qu'il est possible; de plus, on fait concourir à la détermination de chacune de ces positions un certain nombre d'observations voisines des époques moyennes auxquelles on les rapporte, afin de se baser sur des coordonnées plus précises.

» Enfin, quand l'apparition de l'astre est terminée, on réunit toutes les observations qui en ont été faites. Par leur ensemble, on détermine l'orbite la plus exacte qu'il soit possible de déduire des données qu'une seule apparition a fournies. A cet effet, on considère les seconds éléments comme une solution approchée qu'il s'agit de rectifier au moyen de corrections convenables. Pour déterminer ces corrections, on commence par calculer les positions géocen-

triques de la comète, avec les éléments provisoires, et aux instants des observations. On a soin de tenir compte des perturbations que le mouvement elliptique a pu éprouver de la part des planètes. Les excès des coordonnées ainsi obtenues, sur les coordonnées observées, sont considérés comme autant d'erreurs, provenant de l'inexactitude des éléments adoptés, et qu'on doit faire disparaître par la correction de ces éléments. On cherche donc quels changements les variations des éléments introduisent dans les positions théoriques; et si l'orbite provisoire est déjà fort exacte, on admet que les variations des coordonnées sont proportionnelles aux variations des éléments. En écrivant que les corrections des positions calculées font coïncider ces positions avec celles qu'on déduit de l'observation, on tombe sur autant d'équations de condition, du premier degré, qu'il y a eu de coordonnées observées. On applique à ces équations la méthode des moindres carrés, pour les réduire au nombre de six équations qu'il reste à résoudre.

» Les éléments qu'on emploie ordinairement, et dont on cherche la rectification, sont: le moyen mouvement diurne n, l'anomalie moyenne ζ à l'origine du temps, l'angle φ de l'excentricité, l'inclinaison i de l'orbite, les longitudes ϖ et θ du périhélie et du nœud. Je suppose, comme on le voit, l'orbite elliptique, et je m'en tiendrai à cette hypothèse : on passera aisément au cas du mouvement dans la parabole. Le choix des éléments, pris ici pour arbitraires immédiates, donne lieu à plusieurs difficultés que j'indiquerai plus facilement sur un exemple numérique.

» Je choisis pour sujet de comparaison la comète périodique de 1843, découverte à Paris, par M. Faye. Je prends pour les éléments provisoires qu'il s'agit de rectifier ceux que M. Nicolaï a donnés dans le n° 501 des *Astronomische Nachrichten.* Si je désigne, aux époques ci-dessous, par l, l', l'',... les excès des longitudes calculées sur les longitudes observées, j'aurai les équations de condition suivantes :

1843.	Décemb. 2,5...	$13247\,\delta n$	$+88856\,\delta\zeta$	$+33172\,\delta\varphi$	$+22935\,\delta\varpi$	$-2041\,\delta i$	$-43\,\delta\theta$	$+l$	$=0,$
	Décemb. 14,5...	14461	+86421	+33843	+22640	−2341	−77	$+l'$	$=0,$
	Décemb. 26,5...	15183	+80033	+33040	+21259	−2459	−107	$+l''$	$=0,$
1844.	Janvier. 9,5...	15988	+699·8	+31182	+18922	−2416	−138	$+l'''$	$=0,$
	Janvier. 21,5...	16827	+60951	+29457	+16850	−2257	−161	$+l^{\text{iv}}$	$=0,$
	Février.. 4,5...	17956	+51521	+27665	+14720	−1988	−184	$+l^{\text{v}}$	$=0,$
	Février.. 16,5...	18941	+44675	+26378	+13231	−1727	−198	$+l^{\text{vi}}$	$=0.$

Afin d'éviter les décimales, j'ai pris, pour unité de n, 100 secondes sexagésimales : j'ai pris 10 000 secondes sexagésimales pour l'unité à laquelle je rapporte les autres inconnues.

» Les coefficients sont calculés avec un grand nombre de chiffres. Il y a, à cet égard, une exactitude qu'il est nécessaire d'atteindre pour que la solution ne soit pas erronée; mais qu'il est très-important de ne pas dépasser, si l'on ne veut pas s'exposer à rendre l'emploi de la méthode des moindres carrés d'une longueur désespérante. Le 2 décembre, nous voyons que la variation de la longitude du périhélie produit dans la longitude géocentrique une variation égale à 22935 $\delta\varpi$. L'approximation avec laquelle on doit calculer le coefficient de $\delta\varpi$ dépendant de la grandeur absolue de l'inconnue qu'il multiplie, cette approximation ne pourrait être déterminée que si l'on connaissait à l'avance une limite de la valeur de l'inconnue. C'est à quoi l'on ne voit, en général, aucun moyen de parvenir, quand on prend pour inconnues les éléments de l'orbite, à moins d'exagérer les limites, et de tomber ainsi dans l'inconvénient de calculer les coefficients avec une beaucoup trop grande précision.

» Lorsque l'orbite qui sert de point de départ représente toutes les observations à quelques secondes près, il peut cependant arriver que, par l'ensemble des observations, on modifie considérablement les éléments adoptés. Il peut se faire que la position du périhélie varie de près de 1 000 secondes sexagésimales; et cette variation produit dans la longitude géocentrique un changement de plus de 2000 secondes, tandis qu'il ne s'agit en définitive de corriger cette longitude que d'une quantité deux cents fois plus petite. Il est donc nécessaire que des changements dans les autres éléments réduisent la variation totale à quelques secondes; et comme cette circonstance se reproduit la même dans toutes les équations, on voit qu'on est conduit à calculer de petites quantités par les différences de grands nombres. De là toutes les difficultés que ce fait entraîne habituellement après lui.

» En outre, lorsque la valeur isolée d'un terme du premier degré vient à s'élever jusqu'à 2 000 ou 3 000 secondes, ne doit-on pas craindre que la valeur des termes du second degré ne devienne très-sensible?

» On compliquerait outre mesure, et sans avantage réel, la solution du problème, si l'on écrivait autant d'équations de condition qu'il y a d'observations. On a prescrit depuis longtemps de réunir les observations *voisines* les unes des autres, et de considérer l'erreur moyenne qu'elles accusent dans les positions calculées comme correspondante à la moyenne des temps. Mais on n'a donné aucune règle pour juger pendant combien de jours l'erreur du calcul varie proportionnellement au temps, ce qui est la condition nécessaire pour que la marche indiquée soit admissible. On est donc exposé, ou bien à réunir des observations beaucoup trop distantes les unes des autres, ou bien

à compliquer la solution en ne rapprochant pas un assez grand nombre d'observations.

» Ces difficultés proviennent de ce que l'arc embrassé par les observations n'est jamais qu'une partie très-minime de l'orbite totale : d'où il suit que de très-faibles variations des longitudes et des latitudes de la comète en entraînent de très-grandes dans les éléments. Si l'on pouvait faire un autre choix d'inconnues, tel que les variations de ces inconnues fussent comparables aux variations des positions géocentriques, tel qu'on pût à l'avance poser les limites dans lesquelles se trouverait comprise la solution définitive, la résolution du problème de la rectification des orbites y gagnerait en netteté; il en résulterait dans les équations de condition de grandes simplifications. Leurs coefficients seraient représentés par deux ou trois chiffres au lieu de cinq; avantage immense dans des équations auxquelles on doit appliquer la méthode des moindres carrés.

» On réunit effectivement ces conditions lorsqu'au lieu de prendre pour inconnues les éléments de l'orbite, on adopte six coordonnées géocentriques, comme on le fait dans le calcul de l'orbite provisoire. Déjà, je l'ai dit plus haut, on est dans l'usage, quand on procède à la seconde approximation, d'employer six coordonnées à la précision de chacune desquelles on fait concourir plusieurs observations voisines. Seulement, comme les époques auxquelles on considère ces coordonnées sont distantes les unes des autres, on fait abstraction de la majeure partie des observations intermédiaires. Je propose de ne plus négliger aucune observation dans ce calcul; de faire concourir leur ensemble à la détermination des six coordonnées géocentriques dont on a besoin pour en déduire les valeurs des éléments avec toute la précision désirable.

» Désignons, dans l'exemple choisi, par g, g', g'', b, b', b'' les longitudes et les latitudes géocentriques telles qu'elles seraient fournies par l'emploi des éléments provisoires le 2,5 décembre 1843, le 9,5 janvier 1844 et le 16,5 février 1844. On aura à déterminer les corrections δg, $\delta g'$, $\delta g''$, δb, $\delta b'$, $\delta b''$, dont ont besoin ces coordonnées pour qu'en les employant ensuite à la détermination des éléments, elles fournissent l'orbite la plus précise. Je ferai mieux ressortir les avantages qu'on y trouvera, en écrivant les équations de condition qui existent entre ces nouvelles arbitraires, et qui remplacent les équations précédentes. J'évite les décimales en fixant à 100 secondes sexagésimales l'unité de toutes les inconnues.

1843.	Décembre.	2,5.....	$+100\,\delta g$	$+\ 0\,\delta g'$	$-\ 0\,\delta g''$	$+\ 0\,\delta b$	$-\ 0\,\delta b'$	$+\ 0\,\delta b''$	$+l=0,$
	Décembre.	14,5.....	-16	$+232$	-155	$+157$	-387	$+281$	$+l'=0,$
	Décembre.	26,5.....	-46	$+258$	-149	$+147$	-362	$+164$	$+l''=0,$
1844.	Janvier...	9,5.....	-0	$+100$	-0	$+0$	-0	-0	$+l'''=0,$
	Janvier...	21,5.....	$+45$	-41	$+125$	-109	$+272$	-198	$+l^{\text{iv}}=0,$
	Février....	4,5.....	$+51$	-93	$+174$	-120	$+294$	-214	$+l^{\text{v}}=0,$
	Février....	16,5.....	$+0$	-0	$+100$	-0	$+0$	-0	$+l^{\text{vi}}=0.$

» Et d'abord, si l'on a soin de prendre pour arbitraires six coordonnées géocentriques correspondantes à des époques auxquelles aient été faites des observations nombreuses et précises, il est manifeste qu'en comparant ces observations aux positions calculées, on en déduira presque à vue, et à quelques secondes près, des limites des inconnues. Dans l'exemple ci-dessus on reconnaîtra facilement qu'aucune des inconnues ne peut atteindre 10 secondes sexagésimales.

» En partant de cette donnée, on verra que les coefficients des équations de condition sont calculés avec une exactitude suffisante pour que chacun des termes ne renferme pas une erreur de $0'',1$, ce qui est à désirer. Et cependant, combien ces coefficients sont plus simples que ceux du système précédent, qui ne fournissent pas plus d'exactitude! On doit encore remarquer que chacun des termes en δg, $\delta g'$,... est numériquement comparable en grandeur aux erreurs qu'il s'agit de faire disparaître, et qu'ainsi on ne calcule plus de petites quantités par les différences de grands nombres.

» Dans le premier système, la marche d'un terme isolé était beaucoup plus irrégulière que celle de la fonction dont il fait partie. On ne connaissait pas les limites des inconnues. Il était impossible, par ce double motif, de juger du laps de temps pendant lequel l'erreur des positions calculées pouvait être regardée comme proportionnelle au temps. Il en est tout autrement ici, où chacun des termes varie aussi lentement et aussi régulièrement que leur réunion, et où l'on a des limites fort approchées des valeurs des inconnues. Aussi voit-on avec facilité le nombre de jours pendant lequel on peut, à chaque époque, faire concourir toutes les observations à la détermination d'une position moyenne plus précise.

» Une fois les valeurs de g, g',... rectifiées, on les emploiera au calcul final des valeurs des éléments; ou bien, si on le préfère, on déduira la correction des éléments des corrections δg, $\delta g'$,.... On trouvera, par exemple, pour la correction de la longitude du périhélie :

$$\delta\varpi = 124,12\,\delta g + 284,88\,\delta g' - 227,19\,\delta g'' - 245,19\,\delta b - 602,37\,\delta b' + 439,66\,\delta b''.$$

Cette formule explique comment il se fait que les astronomes aient trouvé des résultats si discordants pour la longitude du périhélie de la comète périodique de 1843. On voit qu'une erreur de 10 secondes sur la latitude de la seconde observation produit ici une erreur de 6 024 secondes, c'est-à-dire de $1^{\circ} 40' 24''$ sur la longitude du périhélie. »

OPTIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur la théorie mathématique de la lumière.* (Lettre de M. LAURENT, capitaine du génie, à M. *Arago*.)

(Commission précédemment nommée.)

« Dans les questions de physique mathématique, le géomètre doit chercher, selon moi, moins à donner des équations propres à représenter les lois de tel phénomène en particulier, qu'à remonter des effets aux définitions précises des causes. Dans les diverses communications que j'ai eu l'honneur de vous faire au sujet des mouvements vibratoires, suivant l'exemple de M. Cauchy, je n'ai admis, dans le calcul, d'autres fonctions arbitraires ou indéterminées, que celles qui résultent des définitions mêmes des éléments de l'élasticité et de l'état initial. Cette marche est évidemment la seule qui puisse conduire au but que je viens d'indiquer. Effectivement, l'état initial et l'élasticité d'un système de molécules sont complétement déterminés en définissant, d'une part, la constitution moléculaire, c'est-à-dire les masses et les dimensions des molécules, et, de l'autre, les forces d'attraction ou de répulsion mutuelle auxquelles ces molécules sont soumises, ainsi que leurs positions relatives et leurs vitesses à l'origine du temps. Or, les équations du mouvement des fluides, données par Poisson dans le XXe cahier du *Journal de l'Ecole Polytechnique,* contiennent une certaine fonction du temps $\varphi(t)$, à laquelle ce géomètre paraît avoir attribué, à priori, telle ou telle propriété, selon le genre de phénomènes auxquels il appliquait les équations en question. Ainsi, par exemple, Poisson suppose que lorsqu'il s'agit des vibrations lumineuses de l'éther dans un cristal, la fonction $\varphi(t)$ dépend non-seulement du temps, mais encore de la direction du mouvement. S'il s'agissait, au contraire, des vibrations lumineuses de l'éther dans les corps qui présentent le phénomène de la polarisation mobile, il faudrait attribuer à cette fonction d'autres propriétés, etc. Cependant la fonction $\varphi(t)$ n'est pas arbitraire, elle est, au contraire, complétement déterminée par les définitions de l'état initial et de l'élasticité du fluide, et on n'est pas maître de lui attribuer à priori telle ou telle propriété. D'un autre côté, les idées de Poisson ne fournissent

aucune indication sur les relations qui permettraient de déduire les propriétés de cette fonction des définitions de l'état initial et de l'élasticité, de façon qu'il est impossible de s'assurer si celles de ces propriétés qu'on se donne à priori sont compatibles avec ces définitions. En raison de ces considérations, je pense qu'il est permis de supposer que les équations du mouvement des fluides données par Poisson ne sont propres qu'à représenter les lois de certains phénomènes, et qu'il serait difficile d'en déduire les définitions précises des causes premières. Ainsi, par exemple, lorsqu'un fluide gazeux est soumis à une pression suffisante, sa constitution moléculaire éprouve une modification considérable en vertu de laquelle il passe à l'état de liquide. Quelle est la nature de cette modification? quelle est la cause qui substitue l'incompressibilité presque absolue des liquides à la grande compressibilité des gaz? Les idées de Poisson me paraissent insuffisantes pour résoudre nettement ces questions.

» Les développements dans lesquels je viens d'entrer étaient nécessaires pour préciser le point de vue sous lequel on peut considérer comme décisifs les résultats que Poisson paraît avoir déduits de ses équations, et faire voir qu'en définitive, ces résultats ne sauraient établir, d'une manière péremptoire, la légitimité des hypothèses de cet illustre savant sur la constitution moléculaire des corps, de façon à permettre de les adopter, sans réserve, dans l'étude de phénomènes autres que ceux qu'il avait spécialement en vue. La nécessité de cette observation deviendra encore plus évidente à la lecture des considérations suivantes :

» Il me paraît incontestable que, quel que soit le point de vue sous lequel on envisage le phénomène de la polarisation mobile, on ne peut l'attribuer, dans le système des ondulations, qu'à l'influence de la forme non sphérique des molécules. Telle est du moins la conclusion à laquelle on me semble devoir nécessairement arriver, pour peu qu'on y réfléchisse, dans l'état actuel de nos connaissances sur les causes générales de l'élasticité, et des notions les plus répandues sur la composition *atomique* des molécules. Or, le mouvement d'une molécule à dimensions finies se compose du mouvement de translation du centre de gravité, commun à tous les atomes dont la molécule est formée, et du mouvement de ces atomes relativement au centre de gravité. Nous désignerons le mouvement du centre de gravité sous le nom de *mouvement moléculaire,* et les mouvements des atomes, relatifs au centre de gravité, sous le nom de *mouvements atomiques.* On peut donc énoncer ce principe : *La polarisation mobile doit être attribuée, dans le système des ondulations, à*

l'influence des mouvements atomiques. Par conséquent, il convient de s'occuper spécialement des mouvements atomiques, non-seulement pour déterminer les conditions de la polarisation mobile, mais même pour arriver à définir complétement les vibrations lumineuses en général, puisque, ainsi que M. Biot l'a souvent répété avec raison, la rotation des plans de polarisation paraît dépendre de la nature la plus intime des rayons lumineux. Si l'on suppose que la forme et les dimensions des molécules demeurent invariables, les mouvements atomiques se réduiront à des mouvements de rotation. Mais cette hypothèse peut n'être pas admissible dans certains cas. Effectivement, les mouvements de rotation donneront naissance à une force centrifuge, qui tendra à *dilater* les molécules, c'est-à-dire à éloigner les atomes du centre de gravité. C'est même là une circonstance très-digne de remarque, puisqu'elle fait voir que les décompositions chimiques peuvent s'opérer sans l'intervention d'aucune force moléculaire nouvelle, par le seul accroissement de la vitesse de rotation. Je ne fais cette observation qu'en passant; elle se reproduira ultérieurement à propos de la définition de l'action répulsive du calorique. On doit donc admettre au nombre des mouvements atomiques ceux résultant de changements dans la forme et les dimensions des molécules. Il en résulte que les équations du mouvement, fondées sur l'hypothèse de l'invariabilité de forme et de dimensions des molécules, ne sont pas toujours applicables. Ces équations, comme vous le savez, sont au nombre de six, et contiennent un nombre pareil de variables principales, dont trois représentent les déplacements du centre de gravité mesurés parallèlement aux axes des coordonnées, les trois autres étant relatives au mouvement de rotation. Mais vous remarquerez que si l'on tient compte des pressions ou tensions intérieures des molécules, c'est-à-dire des forces ou affinités, supposées données à priori, qui maintiennent les atomes groupés en systèmes particuliers constituant les molécules telles que nous les concevons, on pourra considérer chaque atome comme entièrement libre. Dans ce cas, les équations du mouvement se réduiront à trois, et serviront à déterminer un nombre égal de variables principales représentant les déplacements *effectifs* d'un atome, que, pour fixer les idées, nous supposerons pouvoir être considéré comme un point matériel. Envisagé sous ce point de vue, tout milieu élastique, formé de molécules à dimensions finies, peut être assimilé à un système de points matériels soumis à des forces d'attraction ou de répulsion mutuelle, et il est évident que les équations les plus générales du mouvement d'un tel système doivent comprendre les lois des mouvements atomiques, même de ceux qui résultent de

changements dans la forme ou les dimensions des molécules. Toutefois, vous remarquerez, monsieur, que, pour que cette assimilation soit légitime, la constitution du système de points matériels devra généralement différer essentiellement, sous plusieurs rapports, de celle attribuée par M. Cauchy aux systèmes de points matériels dont il a étudié les mouvements vibratoires. Cependant, une longue réflexion sur ce sujet m'a conduit à soupçonner que, dans ces derniers systèmes, il devait, en général, pouvoir se propager des mouvements vibratoires analogues aux mouvements atomiques définis ci-dessus, de façon que ceux-ci pourraient bien n'être que des cas particuliers d'une classe spéciale de mouvements d'une définition plus générale. D'un autre côté, lorsque les mouvements vibratoires d'un système de points matériels se propagent dans tous les sens suivant les mêmes lois, M. Cauchy n'a reconnu, jusqu'à présent, que deux genres différents de vibrations: celles sans changement de densité, et celles accompagnées d'alternatives de condensation et de dilatation. En outre, si τ désigne la durée d'une vibration, et l la longueur d'ondulation, le développement du rapport $\frac{1}{\tau^2}$ en une série ordonnée suivant les puissances ascendantes positives de $\frac{1}{l^2}$ ne peut, d'après l'analyse de M. Cauchy, contenir de terme constant ou indépendant de la longueur d'ondulation ; tandis que, s'il s'agit au contraire de vibrations par rotation d'un système de molécules à dimensions finies sensiblement invariables, ce développement contiendra, en général, un terme constant.

» Comment, en présence de ces circonstances, reconnaître dans les systèmes de points matériels considérés par M. Cauchy l'existence, si probable à priori, de mouvements vibratoires atomiques, analogues, par exemple, aux vibrations par rotation d'un système de molécules à dimensions finies? J'ai résolu cette difficulté, qui m'a longtemps arrêté, de la manière suivante :

» Ainsi que je l'ai dit plus haut, le mouvement d'une molécule à dimensions finies se compose du mouvement de translation du centre de gravité, commun à tous ses éléments ou atomes, et du mouvement des atomes relatifs au centre de gravité. Par conséquent, le mouvement effectif d'un atome résulte de la superposition de deux mouvements, dont l'un est commun à tous les atomes voisins, tandis que le second se présente sous la forme d'une variation ou perturbation, variable d'un atome à un autre, et constitue le *mouvement atomique* tel que je l'ai défini. Pour reconnaître les caractères spéciaux de ce dernier mouvement, il faut le considérer isolément, c'est-à-dire indé-

pendamment de tout mouvement du centre de gravité. Pour cela, concevons un système de molécules à dimensions finies sensiblement invariables, et supposons qu'il se propage dans ce système un mouvement vibratoire par rotation, c'est-à-dire sans déplacement du centre de gravité. Vous remarquerez, monsieur, qu'à un instant quelconque, les déplacements et les vitesses effectives des atomes, situés aux extrémités d'un même diamètre d'une molécule, sont de signes contraires. D'un autre côté, la sphère d'activité d'une molécule est généralement supposée comprendre un nombre immense de molécules. Il en résulte que les déplacements effectifs d'un atome, dans le mouvement vibratoire que nous considérons, étant proportionnels au cosinus d'une fonction linéaire des coordonnées de l'atome et du temps, ce cosinus devra varier assez rapidement avec les coordonnées, pour pouvoir changer de signe en passant d'un atome à un autre dans la même molécule. Ces considérations conduisent, par conséquent, à énoncer ce principe remarquable : *Les mouvements atomiques correspondent à des valeurs de la longueur d'ondulation, telle que M. Cauchy la définit, incomparablement inférieures au rayon d'activité des molécules.* Ce point établi, il m'a été facile de reconnaître que les mouvements atomiques des systèmes de points matériels considérés par M. Cauchy ne pouvaient, en général, être représentés par les équations linéaires aux différences partielles qu'il a données, les développements en série sur lesquels ces équations sont fondées pouvant n'être plus convergents lorsqu'il s'agit de ce genre de mouvements.

» En outre, les considérations précédentes démontrent, d'une manière décisive selon moi, que les définitions de la longueur d'ondulation et de la vitesse de propagation adoptées par M. Cauchy ne sont pas applicables à tous les genres de mouvements vibratoires, et qu'en ce qui concerne la théorie de la lumière, ces définitions préjugent les questions les plus délicates relatives à la nature des vibrations lumineuses. En ayant égard à ces circonstances, on peut s'assurer que dans les milieux élastiques en général, même dans ceux qu'on peut considérer comme formés d'une matière homogène continue, les mouvements atomiques tels que je les ai définis en dernier lieu, c'est-à-dire les mouvements dans lesquels les fonctions qui représentent les déplacements des éléments, varient très-rapidement avec les coordonnées, se propagent suivant des lois particulières, analogues aux lois de la propagation des vibrations par rotation dans les systèmes de molécules à dimensions finies. Ainsi, par exemple, τ désignant toujours la durée d'une vibration et l la longueur d'ondulation, longueur qui n'est plus, dans les mouvements ato-

miques, celle définie par M. Cauchy, le développement de $\frac{1}{\tau^2}$ en une série ordonnée suivant les puissances ascendantes de $\frac{1}{l^2}$ contiendra, en général, un terme constant ou indépendant de l.

» Les vibrations lumineuses de l'éther doivent-elles être rangées au nombre des mouvements atomiques? On n'hésitera pas à résoudre affirmativement, si l'on admet avec Poisson que la propagation rectiligne est le caractère distinctif de ces vibrations. En effet, considérons un système de points matériels dans lequel se propagerait un mouvement vibratoire qui ne serait sensible que pour les points situés dans l'intérieur d'un cylindre droit dont la section transversale serait très-petite, de façon que ce cylindre ou filet matériel vibrerait comme une corde tendue et indéfinie. Si, dans cette hypothèse, on forme les équations du mouvement d'un tel filet, on reconnaîtra que la durée des vibrations présente, en général, la propriété inhérente aux mouvements atomiques, c'est-à-dire que le développement de $\frac{1}{\tau^2}$ *pourra* contenir un terme indépendant de la longueur d'ondulation. L'exactitude de cette conséquence peut être vérifiée très-simplement, en réduisant le filet à une file unique de points matériels. Par le fait, la propagation latérale du mouvement ne peut être considérée comme rigoureusement nulle, mais la seule modification qui en résulte consiste en ce que le filet, au lieu d'être rigoureusement cylindrique, doit être supposé, au contraire, légèrement conique, du moins dans une portion limitée de son étendue. Donc, si les vibrations d'un tel filet peuvent effectivement se propager isolément, elles doivent nécessairement correspondre à des mouvements atomiques.

» Dans une Note sur la théorie de la lumière, que j'ai eu l'honneur de vous adresser dans le courant du mois de février dernier, j'ai donné des formules propres à représenter un flux indéfini de lumière, dans l'hypothèse où les vibrations lumineuses seraient atomiques, ou, plus généralement, dans l'hypothèse où la direction de propagation ne serait pas normale aux plans des ondes définis par M. Cauchy. J'ai conclu de ces formules que le mouvement de la lumière, dans un tel flux, pouvait, en général, être décomposé en une infinité de mouvements partiels que j'ai désignés sous le nom de *mouvements élémentaires*. Dans la Note citée, j'ai omis de remarquer que lorsque les vibrations sont atomiques, chaque mouvement élémentaire est, en général, divisé dans le sens de sa longueur par des *myriades* de lignes nodales rigoureusement fixes et parallèles à la direction de propagation. Cette circonstance est analogue à celle que présentent les vibrations par ro-

tation d'un système de molécules à dimensions finies. Effectivement, j'ai indiqué autre part des vibrations de ce genre, dans lesquelles l'axe de rotation de chaque molécule est parallèle à la direction de propagation. Les vitesses des éléments ou atomes situés sur cet axe même étant constamment nulles, il en résulte que cet axe est, par rapport aux atomes, une véritable ligne nodale fixe. Dans certains cas, les lignes nodales dont je viens de parler sont remplacées par des surfaces nodales, planes, équidistantes, parallèles entre elles et à la direction de propagation. Or, si l'on superpose une série de ces derniers mouvements, certaines de ces surfaces nodales peuvent leur devenir communes, de façon que la lumière reçue sur un écran perpendiculaire à la direction de propagation pourra présenter une série de raies fixes, dont le nombre et la disposition dépendront du nombre et de la nature des mouvements élémentaires dont la lumière est formée. Il en résulte qu'indépendamment de la propagation rectiligne, on trouverait peut-être dans les raies fixes du spectre de Fraunhofer de puissants motifs pour supposer que les vibrations du filet lumineux dispersé sont atomiques.

» En résumé, les trois phénomènes qui dépendent le plus de la nature intime des rayons lumineux, la polarisation mobile, la propagation rectiligne, et les raies du spectre, paraissent concourir à faire supposer que les vibrations lumineuses sont atomiques. Dans l'extrait de ma Note sur la théorie de la lumière, inséré dans le *Compte rendu* du 3 mars dernier, ce résultat n'est présenté que comme une conséquence des idées de Poisson. Je tenais, d'une part, à faire mes réserves sur ce dernier point, et, de l'autre, à vous indiquer les considérations qui m'ont guidé dans ces recherches. »

CHIMIE. — *Réponse de* MM. DANGER *et* FLANDIN *aux communications faites, à la séance précédente, par* M. Orfila *et par* M. Barse.

(Commission des poisons minéraux.)

« L'Académie a reçu, lundi dernier, deux Lettres qui nous concernent: l'une de M. Orfila, l'autre de M. Barse. C'est à regret que nous nous voyons forcés d'y répondre. La science n'a rien à gagner à des discussions qui n'ont d'autre mobile qne l'intérêt personnel.

» Sur la parole d'un journal, M. Orfila nous reproche d'avoir attaqué à faux un Rapport fait en justice, et qui lui était commun avec MM. Pelletier et Chevallier. S'il eût attendu la publication de notre Mémoire, M. Orfila aurait vu qu'il n'y est nullement fait allusion au Rapport dont il parle, mais seulement à des expériences à la suite desquelles *deux chimistes*, sur de fausses indica-

tions de la pile de Smithson, avaient cru un instant à l'existence du mercure dans une liqueur ou dans un rob qui n'en contenait pas. L'erreur, du reste, disions-nous, avait été réparée, et *dès lors le précepte donné de ne pas s'en tenir au changement de couleur de la lame d'or pour prononcer sur l'existence du mercure, mais d'exiger, sous forme de globule, la réduction du métal dans un tube.*

» Si M. Orfila eût connu ces paroles, qui sont celles de notre Mémoire, il se fût abstenu sans doute de réclamer la priorité d'une idée que nous n'avons pas songé à lui ravir, l'idée de volatiliser dans un tube le mercure appliqué sur la lame d'or de la pile de Smithson.

» En rappelant qu'il a publié un travail *dans lequel il a fait connaître les diverses causes d'erreurs auxquelles pouvait donner lieu l'emploi de cette pile, ainsi que les précautions qu'il importait de prendre pour éviter ces erreurs,* M. Orfila nous atteste implicitement que l'erreur dont nous avons parlé avait été commise non loin de lui. Mais on peut s'en assurer par la lecture de notre Mémoire, nous n'avons rien dit qui dût donner à penser qu'une pareille erreur ait été propagée dans un Rapport d'experts, et surtout qu'elle ait entraîné une condamnation judiciaire, deux choses que l'on nous a fait dire, à notre grand regret et à notre plus grande surprise.

» M. Orfila, en terminant sa Lettre, sollicite l'Académie de vouloir bien hâter la présentation du Rapport de la Commission chargée de lui rendre compte de nos travaux. *Des erreurs graves,* ajoute-t-il, *ont été débitées par ces messieurs, et bien des faits ont été donnés par eux comme nouveaux, quoique je les eusse publiés depuis longtemps.* M. Orfila nous paraît trop disposé à regarder comme un emprunt à ses idées tout travail fait en dehors de lui en toxicologie, de même qu'à taxer d'erreurs graves toutes les opinions qu'il ne partage pas. Mais le célèbre professeur ne s'expliquant pas sur les erreurs ou les larcins qu'il nous impute, nous ne pouvons ici que joindre notre prière à la sienne, pour demander à l'Académie de vouloir bien hâter la présentation du Rapport de la Commission chargée de lui rendre compte de nos travaux.

» L'auteur de la seconde Lettre est plus explicite que le maître dont il paraît adopter les doctrines : il veut bien formuler quels sont nos plagiats et quelles sont nos erreurs.

» Selon lui, d'une part, nous avons donné, comme un fait nouveau, en 1842, *la concentration des poisons dans le foie,* fait annoncé par M. Orfila dès l'année 1840. Nous le demanderons aux savants qui ont pris intérêt à ces questions, de quelle date est l'expression dont on veut bien se servir aujour-

d'hui, *concentration des poisons dans le foie?* Elle est postérieure à celle de l'expression *localisation des poisons,* par laquelle nous croyons avoir, les premiers, appelé l'attention des physiologistes sur un phénomène singulier et inattendu, à savoir, que les poisons n'étaient pas portés également partout, que l'émétique ne restait pas dans les poumons, que le cuivre n'apparaissait pas dans le liquide de la sécrétion rénale, etc., etc. Pour se rendre raison des causes qui faisaient trouver dans le foie plus de poison qu'ailleurs, M. Orfila invoquait tantôt la plus grande vascularité de l'organe, tantôt la nature de ses fonctions comme appareil de sécrétion. De notre côté, antérieurement à tout autre, nous croyons avoir montré, *par l'expérience,* que le transport des poisons dans le foie était direct; qu'il était opéré particulièrement par la veine porte, naguère empiriquement appelée la *porte des maux.* Or, n'étaient-ce pas là des opinions assez nouvelles pour mériter d'être signalées aux physiologistes?

» D'autre part, l'auteur de la seconde Lettre regarde comme inexactes plusieurs propositions qu'il dit avoir été soutenues par nous, à savoir :

« 1°. Que, sans contenir d'arsenic, certaines taches peuvent offrir les » caractères physiques, et la plupart des réactions chimiques des véritables » taches arsenicales. »

» L'Académie a prononcé sur ce point; tout le monde se rappelle qu'*elle a proscrit complétement la méthode des taches, qu'elle a déclaré sans valeur l'appareil de Marsh, considéré comme moyen de produire des taches* (1). Il est donc inutile de nous défendre ici nous-mêmes.

« 2°. Que les terrains des cimetières ne contiennent pas d'arsenic. »

» Comment aurions-nous pu émettre une pareille proposition? L'arsenic est un élément minéral du globe; ne peut-il pas, ne doit-il pas advenir qu'on ait établi des cimetières dans des terrains où ce métal se rencontre naturellement? A la suite de quelques essais sur les terres des trois principaux cimetières de Paris, nous avons annoncé que nous n'y avions pas trouvé d'arsenic. Mais qu'on recherche ce que nous avons écrit à ce sujet, et l'on verra que de l'absence de l'arsenic dans tel point d'un cimetière, nous n'avons pas même induit que ce métal ne pût pas se rencontrer dans un point plus ou moins éloigné. Il faut au moins accorder à ses adversaires la logique du bon sens.

« 3°. Que les animaux empoisonnés n'urinent point. »

---

(1) *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences,* tome XIII, page 57.

» Dans les empoisonnements *aigus* par l'arsenic, avons-nous dit, d'ordinaire les animaux n'urinent pas. L'absence, la rareté de l'urine sont un des symptômes de cette espèce d'empoisonnement, les médecins ne l'ignorent pas. Depuis qu'il a passé sous nos yeux un assez grand nombre de rapports faits en justice par des médecins instruits, nous avons vu se confirmer pour l'homme ce résultat aperçu dès nos premières expériences sur les animaux.

« 4°. Qu'il n'existe point de cuivre à l'état normal dans les organes de » l'homme. »

» Nous persistons dans cette opinion, en suppliant qu'on ne confonde jamais les deux expressions : *cuivre normal* et *cuivre accidentel*.

« 5°. Que, dans le sang des animaux empoisonnés, on ne retrouve point » de poison. »

» Nous n'avons pas émis une proposition aussi formellement absolue; nous avons dit qu'on ne trouvait pas dans le sang certains poisons, tels que le cuivre et le plomb. Nous savons qu'on y retrouve l'arsenic et l'antimoine. Nous espérons pouvoir un jour tirer de là quelques inductions qui ne seront peut-être pas sans utilité pour la thérapeutique.

» Enfin, l'auteur de la seconde Lettre proteste également contre cette assertion que « dans les expertises judiciaires, il est préférable de fractionner les matières, et qu'il suffit, par exemple, d'opérer sur 100 grammes » d'un foie pour constater la présence d'un poison. »

» Oui, selon nous, dans les expertises judiciaires, il est utile de fractionner les matières, et, dans les cas ordinaires, il suffit d'opérer sur 100 grammes de foie pour constater la présence d'un poison. Des procès récents nous ont prouvé qu'à cet égard nos assertions n'avaient rien de trop hardi, et nous les maintenons. Il est bien entendu, du reste, que, si l'on ne trouvait rien sur 100 grammes, il faudrait opérer sur 200, sur 500, et même sur 1000.

» L'Académie doit être fatiguée de ces vaines et trop longues discussions. Nous prévenons, quant à nous, que, pour nous mettre à l'abri d'une controverse irritante, nous nous abstiendrons désormais de répondre à des objections qui n'auraient pas plus de fondement que les précédentes. »

PHYSIOLOGIE. — *Des fonctions du pancréas et de son influence dans la digestion des féculents ; par* MM. **Bouchardat** *et* **Sandras**. (Extrait par les auteurs.)

(Commission précédemment nommée.)

« Dans le Mémoire sur la digestion des matières féculentes et sucrées, que

nous avons eu l'honneur de lire à l'Académie, le 20 janvier 1845, nous avons prouvé que c'était dans l'intestin grêle des animaux féculivores que s'opéraient les modifications principales qui rendent la fécule crue soluble dans l'eau, et parmi les conditions qui favorisent ces modifications, nous avons indiqué la présence d'un liquide sécrété, qui agit à la manière de la *diastase*. Il nous restait à rechercher quel est l'organe ou quels sont les organes qui sécrètent ce principe. La publication de ces recherches était subordonnée à la présentation d'un Mémoire sur la glucosurie annoncé depuis quelque temps par l'un de nous; car une question, toute semblable à celle que nous voulons traiter, s'y trouve longuement agitée, celle de la diastase extraite de l'estomac de malades affectés de glucosurie.

» *Salive.*—Le premier liquide auquel on devait naturellement songer est, sans contredit, la salive. « On sait, en effet, dit Burdach, que la salive favo-
» rise la fermentation des substances amylacées. On l'emploie, dit-on, en
» Chine dans la fabrication du pain, et aux Indes, dans la préparation des
» boissons spiritueuses. Leuchs a découvert que l'amidon, réduit en empois par
» la cuisson, et chauffé avec de la salive fraîche, devient liquide dans l'espace
» de quelques heures et se convertit en sucre. » Burdach ajoute plus loin, en discutant les propriétés physiologiques de la salive : « Le fait chimique le
» plus évident est la puissance que possède la salive de transformer l'amidon
» en sucre; il nous fournit des indices propres à apprécier sa manière d'agir. »
Schwan avait également indiqué le rôle de la salive dans la digestion, lorsqu'il dit: « La pepsine n'exerce pas son action digérante sur tous les aliments,
» elle ne l'a fait sentir qu'à l'albumine et à la fibrine; la matière caséeuse, la géla-
» tine et le gluten étant digérés par l'acide libre du suc gastrique, et l'amidon
» par la salive qui se mêle avec ce suc. » M. Desmarest avait fait connaître, il y a quelques années, à la Société de pharmacie, cette propriété que possède la salive de dissoudre la fécule. L'un de nous, en appliquant un procédé exactement calqué sur celui que M. Payen a fait connaître pour extraire la diastase de l'orge germé, a obtenu, le 14 mai 1844, de la diastase pure provenant de l'estomac d'un homme affecté de glucosurie. Le Mémoire annoncé depuis longtemps a été présenté à l'Académie le 7 avril 1845; mais, dès le 12 mars 1839, M. Bouchardat avait annoncé l'existence de la diastase dans l'estomac de ces malades. M. Mialhe, en appliquant aussi le même procédé de M. Payen, a extrait de la diastase de la salive; son Mémoire a été présenté à l'Académie le 31 mars 1845. Le travail de M. Mialhe et les expériences nombreuses que nous avons faites, et que nous croyons inutile de relater ici, confirment la découverte de Leuchs. Nous avons vérifié, entre autres

choses, que la salive, *rassemblée dans la cavité buccale de l'homme*, dissout la gelée d'amidon, et la convertit en dextrine et en glucose. Il restera à établir si toutes les glandes dites salivaires sécrètent un liquide contenant de la diastase. Il est un point important sur lequel nous ne sommes pas d'accord avec M. Mialhe : « J'ai donc cherché, dit-il, quels phénomènes » chimiques pouvaient être la cause de la transformation de l'amidon en » dextrine et en glucose; je me suis convaincu, par une foule d'expériences, » que cette transformation était *uniquement effectuée par la salive.* » (*Comptes rendus*, tome XX, page 957.) On le voit, M. Mialhe va plus loin que Leuchs; ce savant avait prouvé que, dans la digestion, la salive convertissait l'amidon en glucose. M. Mialhe prétend que cette transformation est uniquement effectuée par la salive. De deux choses l'une : ou cette assertion n'est qu'une idée avancée que l'expérience ne confirmera point; ou bien, dans notre Mémoire sur la digestion des féculents, lorsque nous avons rapporté des expériences nombreuses, exécutées sur des animaux vivants, qui établissent que la dissolution des féculents s'effectue principalement dans l'intestin grêle, nous nous sommes grossièrement trompés. La suite de ce travail va montrer de quel côté est l'erreur. C'est particulièrement chez les oiseaux granivores que nous avons étudié la digestion des féculents. Or, on sait que l'appareil de glandes qui sécrètent la salive est peu développé chez ces animaux. Ces glandes diffèrent aussi beaucoup, par leur structure, des glandes salivaires des Mammifères; elles semblent tenir le milieu entre les glandes mucipares et les vraies glandes salivaires. Elles sécrètent un liquide peu abondant, visqueux, qui ne possède qu'une action dissolvante équivoque.

» Le liquide contenu dans le renflement de l'œsophage d'une oie n'exerça aucune action dissolvante sur la gelée d'amidon; celui contenu dans le jabot de deux pigeons ne détermina qu'une dissolution à peine apparente.

» *Le suc gastrique, la bile et les divers matériaux organiques qui la composent, les membranes* isolées des diverses parties du canal digestif, lorsqu'elles sont bien séparées du liquide qui les baigne, n'exercent aucune action dissolvante sur les féculents.

» *Pancréas et liquide pancréatique.* — Nous sommes arrivés, par la méthode d'exclusion, à établir que la diastase qu'on rencontre dans l'intestin grêle des animaux féculivores ne se trouvait pas dans les principaux liquides versés dans l'appareil digestif; il ne nous reste plus qu'à étudier l'action du suc pancréatique; on ne sait rien de positif sur le rôle de ce liquide dans la digestion. « Le mode d'altération qu'éprouvent les aliments, dit M. Magen- » die, dans l'intestin grêle est inconnu. On voit bien qu'elle résulte de l'ac-

» tion de la bile, du suc pancréatique et du fluide sécrété par la membrane » muqueuse sur le chyme; mais quel est le jeu des affinités dans cette véri- » table opération chimique? on l'ignore complétement. » Nous croyons que les expériences que nous allons faire connaître établiront nettement le rôle le plus important du liquide pancréatique.

» *Liquide pancréatique.* — Nous avons pris une poule de forte taille; son pancréas a été mis à nu, nous avons séparé avec soin son canal principal, on l'a coupé à son extrémité duodénale, puis, à l'aide de douces pressions, on a fait en sorte de faire affluer dans ce canal le suc pancréatique; il est transparent, visqueux. Comme l'ont vu M. Magendie et MM. Leuret et Lassaigne sur d'autres animaux, il ramène au bleu le papier de tournesol rougi par un acide. Lorsqu'on le mêle avec de la gelée d'amidon, il la liquéfie et la transforme en dextrine et en glucose. Si l'on verse de l'alcool pur sur ce suc pancréatique, il se forme un dépôt qui agit sur la gelée d'amidon comme le suc pancréatique; c'est la diastase dont nous avions signalé l'existence dans l'intestin grêle des oiseaux granivores.

» La même opération fut répétée sur une oie de première force et non chargée de graisse. Malgré les plus grands soins, nous n'avons pu obtenir que quelques gouttelettes de suc pancréatique de propriétés alcalines très-faibles; il est visqueux et transparent; mêlé avec la gelée d'amidon, il la liquéfie avec beaucoup de puissance et la transforme en dextrine et en glucose. Si on l'étend de quelques gouttes d'eau, et si on le jette sur un très-petit filtre, il passe un liquide limpide qui, chauffé à 100 degrés, se trouble très-légèrement. Sur une portion de ce liquide, nous avons versé de l'alcool anhydre, il s'est formé un précipité blanc qui, recueilli par décantation, puis dissous dans l'eau, exerce une action tout à fait comparable à la diastase. Nous n'avons pu préciser l'énergie de cette substance comparée à la diastase, nous en avons eu trop peu à notre disposition; comme la diastase, elle est azotée; une chaleur de 100 degrés anéantit ses propriétés, de même que l'action des substances retardatrices diverses, dont l'un de nous a étudié l'influence dans son Mémoire sur la fermentation glucosique.

» C'est l'agent principal de la dissolution de féculents chez les oiseaux granivores.

» *Tissu du pancréas.* — La petite proportion de suc pancréatique que nous avons pu obtenir aurait bien limité nos essais, si nous n'avions trouvé un moyen simple de nous procurer une quantité plus forte du principe actif que cette glande sécrète. Nous avons pris, pour cela, le pancréas, après en avoir séparé, par une dissection attentive, les vaisseaux sanguins principaux

et avoir enlevé le sang qui pouvait souiller cet organe; nous avons constaté que le liquide dont il est gorgé ramène au bleu le papier de tournesol rougi par un acide. Quelques petits fragments de ce pancréas furent mêlés intimement avec de la gelée de fécule encore tiède et très-consistante; au bout de quelques minutes, cette gelée était convertie en un liquide sans viscosité.

» Nous avons fait une expérience semblable avec le tissu de plusieurs autres organes; avec celui du foie, aucun signe de liquéfaction; avec la langue imprégnée encore du liquide salivaire visqueux, action à peine sensible; avec les glandes sublinguales, action plus faible encore, quoique manifeste.

» Si l'on broie le pancréas et si on le délaye dans son poids d'eau, puis si l'on exprime, on obtient un liquide ayant un pouvoir dissolvant considérable. Par plusieurs précipitations avec de l'alcool et des dissolutions alternatives dans l'eau, comme dans l'opération et dans la purification de la diastase, on obtient un précipité floconneux qui, desséché rapidement, possède une propriété dissolvante très-énergique.

» Nous avons également vérifié que les pancréas du lapin, du chien et de l'homme contenaient un principe agissant sur la fécule comme la diastase.

» Il nous importait beaucoup d'examiner les organes sécréteurs du liquide diastasique chez des animaux qui jouissent, à un haut degré, du pouvoir de digérer les féculents. Nous rappellerons ici que, dans notre Mémoire sur la digestion des féculents, nous avons dit que, chez les pigeons, les grains de fécule disparaissaient avant la fin de l'intestin grêle. Si l'on ouvre l'abdomen de ces oiseaux, on aperçoit aussitôt un pancréas double très-développé qui est logé dans l'anse intestinale formée par le duodénum. Nous n'avons pu recueillir le suc pancréatique, car des canaux trop nombreux et trop déliés abouchent du pancréas dans l'intestin. Mais nous avons examiné le pancréas, le liquide contenu dans le duodénum chez des pigeons à jeun, le contenu du jabot, de l'estomac, les glandes salivaires mucipares.

» Si l'on ajoute quelques fragments hachés de pancréas de pigeon dans de la gelée d'amidon très-compacte et encore tiède, on remarque presque immédiatement une liquéfaction considérable. Si l'on mélange ce pancréas haché avec le double de son poids d'eau, au bout de quelques heures on obtient un liquide doué d'un pouvoir dissolvant très-remarquable. Pour extraire de la diastase de ce liquide, nous avions pensé à employer la chaleur pour nous débarrasser de l'albumine, comme M. Payen l'a fait pour le *maceratum* d'orge germé; mais par une exposition à une température de 70 degrés, qui a été peut-être un peu trop prolongée, une grande partie de son pouvoir

avait disparu. Pour en extraire la diastase, on est alors forcé de recourir à l'emploi alternatif des précipitations par l'alcool fort et de nouvelles dissolutions.

» Le liquide contenu dans l'estomac ou dans le jabot des pigeons n'exerce sur les féculents qu'une action dissolvante à peine appréciable; la liquéfaction est beaucoup plus manifeste à l'aide de la muqueuse de l'isthme du gosier, criblé, comme on le sait, de nombreux follicules et imprégné d'un liquide visqueux.

» La pâte demi-liquide contenue dans le duodénum dissout presque immédiatement l'amidon en gelée ; si l'on étend d'eau cette pâte et si l'on filtre, on obtient un liquide qui jouit du pouvoir dissolvant, et d'où l'on peut précipiter de la diastase à l'aide de l'alcool pur en quantité suffisante. On la purifie par des dissolutions et précipitations successives.

» Le principe qu'on prépare ainsi est-il identique avec celui qu'on extrait de l'orgé germé? Il est difficile de résoudre cette question, car on n'est pas sûr de séparer complétement les matières diverses qui, dans ce mélange, sont associées à la diastase; il se pourrait encore que, suivant la nature des animaux, la puissance du principe dissolvant contenu dans le suc pancréatique varie; il serait plus énergique chez ceux où la promptitude de la dissolution est une condition d'existence à cause du peu d'ampleur du canal intestinal.

» Ces circonstances se trouvent réunies chez les pigeons; destinés à fendre les airs, ces oiseaux ne peuvent être chargés de ces replis volumineux du canal digestif qu'on remarque chez les mammifères vivant de féculents. Ces grands réservoirs de l'appareil digestif permettent un séjour et une macération plus prolongés des aliments qui, chez les pigeons, doivent être suppléés par un liquide dissolvant plus énergique et plus abondant. L'ampleur du pancréas et la petitesse du canal intestinal sont une de ces admirables harmonies dont une étude attentive nous révèle chaque jour l'existence.

» Remarquons encore que la dissolution de la fécule crue s'achève assez promptement dans l'intestin grêle de ces oiseaux, pour qu'à l'aide du microscope on en puisse suivre les progrès, et que la température ne dépasse pas 43°,5.

» Des faits que nous venons d'exposer, on peut conclure que le pancréas est l'organe qui, chez les animaux vivant de fécule, est principalement chargé de sécréter le liquide (suc pancréatique) qui contient le principe (diastase) propre à dissoudre ces aliments, et à permettre leur absorption et leur utilisation dans l'économie vivante.

» Les fonctions de cet organe important ont été jusqu'ici méconnues; nous venons d'en signaler une du plus grand intérêt, mais nous sommes loin de prétendre qu'elle est unique. Ce serait mal comprendre notre pensée que de dire que le pancréas fournit exclusivement le principe contenant la diastase. Les observations de Leuchs sur la salive ont démontré que ce liquide partage cette propriété; ainsi se trouvent confirmées ces prévisions de Galien sur la nature du pancréas. Chez les animaux où nous avons particulièrement étudié la digestion de la fécule crue, la salive joue un rôle très-secondaire, pour ne pas dire plus; c'est le suc pancréatique qui est presque exclusivement destiné à la dissoudre. Nous comprenons très-bien que, chez d'autres animaux, la salive intervienne dans ce phénomène pour une plus large part; mais il fallait être dirigé par des idées préconçues pour dire, comme on l'a fait, que la digestion des féculents était *uniquement* effectuée par la salive.

» Dans nos recherches sur la digestion, auxquelles nous avons consacré plusieurs années, nous nous sommes moins préoccupés d'établir des théories que de faire des expériences et d'en déduire des conséquences légitimes. Par la force de ces expériences, nous avons été conduits à rejeter la théorie de la digestion qui règne dans les écoles. Tous les aliments ne se convertissent pas en chyle, comme on le répète partout encore. Nos expériences ont prouvé que la digestion des substances protéiques gélatineuses (fibrine, albumine, caséum, gluten, gélatine, etc.) s'effectuait principalement dans l'estomac; que ces aliments dissous étaient immédiatement absorbés dans cet organe, et de là transportés dans le sang, c'est la *digestion stomacale;* que les matières grasses, liquéfiées par la température du corps de l'animal, émulsionnées par la bile, étaient puisées dans les intestins par les chylifères, c'est la *digestion intestinale;* que la dissolution des matières féculentes s'opérant à l'aide d'un principe agissant comme la diastase, sécrété principalement par le pancréas, commence dans l'estomac, mais s'accomplit surtout dans les intestins, et que le liquide qui en résulte est absorbé non par les chylifères, mais en partie par les vaisseaux de l'estomac, et en plus grande partie par les plus fines ramifications de la veine porte; c'est la *digestion mixte.*

» Ces résultats d'expériences, bien faciles à vérifier, sont loin d'être admis par tous les physiologistes; on aime beaucoup mieux suivre les errements d'une théorie facile que de chercher la vérité en répétant des expériences. Comme nous avons l'espérance d'avoir trouvé des faits importants, nous ne nous lasserons pas de combattre pour eux. »

MÉCANIQUE. — *Mémoire sur la distribution et le travail de la vapeur dans les différents systèmes de détentes variables qui peuvent être appliquées aux machines locomotives; par* M. **Bousson.**

(Commissaires, MM. Poncelet, Piobert, Lamé.)

Le Mémoire était accompagné de cette Lettre d'envoi :

« Appelé par mes fonctions à faire construire des machines locomotives pour le chemin de fer de la Loire, j'ai dû me livrer à des études complètes sur la distribution et le travail des machines, et principalement sur les différents systèmes de détentes variables applicables aux locomotives.

» J'ai réuni ces études en un Mémoire que j'ai l'honneur de soumettre à l'Académie.

» Les résultats des différents systèmes sont tous représentés dans de grandes épures par un tracé géométrique qui reproduit exactement toutes les circonstances du mouvement relatif de la marche des tiroirs correspondant à ceux du piston.

» Les formules de calcul généralement admises leur sont ensuite appliquées, en tenant compte de toutes les phases de travail et de résistance de la vapeur.

» Enfin, je crois avoir établi que la préférence doit être donnée, sous tous les rapports, aux détentes variables complètes, employées dans les nouvelles machines des constructeurs français. »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Recherches théoriques et expérimentales sur les propulseurs à vis; par* M. **Bourgois**, officier de marine. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires, MM. Arago, Poncelet, Dupin.)

« Le Mémoire ayant pour titre : *Recherches théoriques et expérimentales sur les propulseurs hélicoïdes*, est le fruit des études et des expériences d'un officier de marine attaché pendant quelque temps à l'usine d'Indret.

» Cet officier a entrepris ces expériences dans le but d'arriver à calculer tous les éléments qu'il importe de connaître pour fixer les dimensions de la vis qui convient à un bâtiment donné.

» Guidé par des considérations purement théoriques, et par les observations auxquelles il a pu se livrer pendant quatorze années de navigation, il a calculé des formules dont l'exactitude a été suffisamment vérifiée par les ex-

périences dont il est question; et ces mêmes expériences lui ont servi ensuite à en déterminer les coefficients.

» Au moyen de ces formules, il a recherché quelles seraient les formes et les proportions les plus favorables à l'action de la vis, et il a reconnu que le problème n'avait pas une solution unique, mais que cette solution variait avec la grandeur du navire. Il a divisé les navires en différentes catégories et donné les solutions relatives à chacune d'elles.

» Mais ces conclusions, déduites d'observations faites sur une petite échelle, pouvaient paraître moins rigoureuses lorsqu'il s'agissait de grands navires; il importait donc d'appliquer les formules au petit nombre d'expériences en grand sur lesquelles on avait des données un peu sûres. C'est ce que l'on a fait relativement aux expériences du *Napoléon*, et l'accord des résultats théoriques avec les résultats pratiques, semble une garantie suffisante de l'approximation donnée par les formules.

» Le Mémoire est divisé en deux parties.

» La première renferme le détail des expériences faites sur soixante-sept vis, différant toutes entre elles au moins par une de leurs dimensions, et qui ont été méthodiquement choisies. Les expériences faites sur chacune de ces vis se composent toutes d'un certain nombre d'observations de même espèce, offrant entre elles un grand accord; elles avaient particulièrement pour but de mesurer le recul de la vis, élément le plus important à connaître; et, comme on faisait varier les dimensions de la vis d'une manière méthodique, on a pu suivre ainsi les variations du recul en fonction des variations de chacune des dimensions de la vis, comparer la loi déduite des observations à la loi déduite du calcul, et calculer les coefficients des formules après que la loi qu'elles exprimaient a été ainsi vérifiée par l'expérience.

» La seconde partie du Mémoire embrasse les recherches théoriques qui s'appuient sur les expériences précédentes.

» Traitant de la propulsion des navires en général, l'auteur cherche à montrer que les pertes de travail étant proportionnelles aux forces vives imprimées aux molécules d'eau déplacées, il est essentiel de ne causer que le moindre déplacement possible au moindre nombre de molécules; que, par conséquent, la substitution de la pression au choc est le perfectionnement qu'il importe le plus d'appliquer aux propulseurs; que les roues à aubes, choquant normalement le liquide, sont dans les conditions les plus désavantageuses; et qu'enfin la vis, pour atteindre son haut degré de perfection, doit avoir une directrice courbée, de telle sorte que le liquide éprouve une

pression continue au lieu d'un choc brusque, et ne subisse alors qu'un faible déplacement.

» Les observations de l'auteur sur le phénomène de la dérive des bâtiments, lui ont démontré que la résistance des surfaces d'une certaine étendue donnait lieu, dans certains cas, à des anomalies singulières, qui se retrouvaient dans le mouvement rotatif de la vis, et dont l'auteur a essayé de tenir compte en introduisant dans les formules un facteur, fonction de l'obliquité de la force motrice, sur la longueur du corps en mouvement.

» L'introduction empirique de ce facteur a conduit, du reste, à des résultats vérifiés suffisamment par l'expérience, dans les limites que l'on s'impose ordinairement dans la pratique.

» Après avoir donné les moyens de calculer successivement, pour une vis d'une dimension donnée, son recul, le nombre de tours qu'elle donnera sous l'effort d'une puissance déterminée, la vitesse qu'elle imprimera au navire, et les pertes de travail dues à la propulsion, l'auteur se propose de résoudre le problème inverse, c'est-à-dire de déterminer les dimensions de la vis qui convient à un bâtiment dont les dimensions sont connues.

» Il arrive à proposer, pour les navires d'une certaine grandeur, une forme de vis analogue à celle des ailes de moulins; cette conclusion est précisément celle à laquelle est parvenu M. Reech, guidé uniquement par des considérations théoriques d'un ordre très-élevé.

» Le nombre des branches dont la vis doit être composée, le rapport qui doit exister entre son diamètre et la longueur de son pas, ont également été l'objet de l'attention de l'auteur, et ces questions ont été résolues à la fois au moyen des expériences et des formules.

» L'influence de la nature de la génératrice du propulseur a été étudiée, et une expérience précise démontre, contrairement à l'opinion généralement admise, que cette influence est à peu près nulle.

» Après avoir posé les principes, l'auteur en fait l'application aux bâtiments à vis déjà construits et expérimentés, et il trouve dans les expériences du *Napoléon,* purgées des erreurs qui se sont glissées dans leur compte rendu, la confirmation de la plupart des conclusions auxquelles il est arrivé.

» Il espère enfin démontrer clairement que la vis, qui déjà donne une vitesse à peu près égale à celle obtenue par les roues, peut être modifiée de manière à donner des résultats bien plus avantageux, qui décideront son adoption générale et la suppression des roues à aubes. »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Mémoire sur les brises-lames flottants et sur les avantages qu'ils présentent pour abriter les bâtiments contre la grosse mer;* par M. DE **CHABANNES**.

(Commissaires, MM. Arago, Roussin, Beautemps-Beaupré, Poncelet, Lamé, Duperrey.)

A ce Mémoire sont joints plusieurs dessins, un petit modèle en bois de l'appareil, une copie du Rapport de la Commission de Toulon sur la glu marine, enfin une Notice sur le brise-lame flottant du capitaine Teyler.

CHIMIE. — *Note sur l'existence de l'arsenic dans les poudres bleues de cobalt connues sous le nom de bleu d'azur;* par M. **O. BRIFFAUD**.

(Commission des poisons minéraux.)

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Description et figure d'un appareil employé pour le satinage des papiers peints et au moyen duquel les ouvriers sont à l'abri des poussières dont l'inspiration pourrait être dangereuse;* par M. **CARILLION**.

(Renvoi à la Commission chargée de l'examen d'une Note de M. Blandet sur les accidents éprouvés par les ouvriers employés au satinage des papiers peints avec le vert de Schweinfurth.)

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Note concernant un moyen d'assurer la fermeture du tube de propulsion dans les chemins de fer atmosphériques;* par M. **A. MOUFLARD**.

(Commission des chemins de fer atmosphériques.)

M. **DUPUIS** soumet au jugement de l'Académie une Note ayant pour titre : *Nouveau système de locomotion pour le passage des rivières.*

(Commissaires, MM. Poncelet, Piobert, Morin.)

CORRESPONDANCE.

M. le **MINISTRE DE L'AGRICULTURE ET DU COMMERCE** adresse la Lettre suivante :

» J'ai l'honneur de vous informer que j'ai pris, le 1er septembre 1843, un

arrêté relatif à l'organisation du Conservatoire royal des Arts et Métiers, et que par l'art. 20 de cet arrêté, j'ai décidé que l'Académie des Sciences sera invitée à présenter un second candidat toutes les fois qu'il y aura lieu à pourvoir à une des chaires devenue vacante par le décès ou la démission du titulaire qui l'occupait.

» La mort si regrettable de M. Leclerc-Thouin me fait un devoir de m'adresser aujourd'hui à l'Académie, afin de ne pas laisser plus longtemps vacante la chaire d'Agriculture; déjà le Conseil de perfectionnement du Conservatoire des Arts et Métiers a désigné M. Boussingault comme candidat.

» Veuillez, je vous prie, monsieur le Secrétaire perpétuel, en invitant MM. vos confrères à me désigner un second candidat, leur faire observer que rien ne s'oppose à ce que leur choix se porte sur la personne déjà présentée par le Conseil de perfectionnement du Conservatoire des Arts et Métiers. »

Dans la vue d'éclaircir un point fort controversé, relatif à la destruction des Académies, M. **Arago** communique la Lettre autographe suivante, écrite par feu **Lakanal** à Lavoisier :

« Citoyen, la Convention nationale a chargé son comité d'Instruction publi-
» que *de lui faire incessamment un Rapport sur la suppression des Acadé-*
» *mies.* Je suis chargé de ce *pénible* travail ; il me serait bien plus doux de me
» taire que de stipuler pour la barbarie; je vous prie de m'adresser vos vues
» sur la nécessité de conserver l'Académie des Sciences, dans la supposition
» trop réelle que l'on veuille proscrire toutes les Académies littéraires; le temps
» presse; on m'a déjà demandé mon Rapport à la séance de ce matin. »

PHYSIQUE. — *Nouvelles recherches sur l'électricité animale : du courant musculaire et du courant propre.* (Extrait d'une Lettre de M. **Matteucci** à M. *de Humboldt*.)

« Pise, 27 mars 1845.

» Afin de compléter tout ce qui est relatif au courant musculaire, je dirai d'abord que j'ai obtenu très-distinctement les signes de tension au condensateur, aux deux extrémités de mes piles musculaires. De même j'ai obtenu les signes de *décomposition électro-chimique* par le courant musculaire. Ce qui m'a particulièrement intéressé dans ces nouvelles recherches, ça été d'étudier, d'une manière beaucoup plus complète que je ne l'avais fait dans mes travaux précédents, d'une part, la relation entre l'intensité et la durée, après la mort, du courant musculaire, et, de l'autre, l'activité de la respiration et de

la circulation sanguine, la température du milieu dans lequel l'animal vit, son sang dans l'échelle animale. J'ai travaillé à cela pendant cinq mois, en soumettant à l'expérience, tous les jours, un certain nombre de grenouilles qu'on avait prises dans le même étang. De ces grenouilles, les unes étaient immédiatement tuées pour obtenir une mesure du courant musculaire; d'autres étaient placées, à la température de l'air extérieur, dans un appareil à l'aide duquel je pouvais savoir la quantité d'acide carbonique émise par une grenouille en un temps donné; d'autres enfin étaient placées dans un milieu ambiant dont la température était constamment à + 16 degrés. J'ai opéré ainsi sur des grenouilles qui avaient vécu depuis — 4 degrés jusqu'à + 16 degrés. Le résultat d'un si grand nombre d'expériences ne me laisse pas le moindre doute sur cette conclusion : l'intensité du courant musculaire est proportionnelle à l'activité de la respiration. J'ai également opéré sur des grenouilles conservées pendant un temps plus ou moins long dans l'eau *privée d'air*, et qui étaient par là dans un état plus ou moins prononcé d'asphyxie. C'est toujours au même résultat qu'on parvient.

» En opérant sur plusieurs animaux à sang chaud, j'ai vérifié, d'une manière plus complète, le résultat auquel j'étais déjà parvenu, c'est-à-dire que l'intensité du courant musculaire est proportionnelle au rang de l'animal dans la série des êtres, tandis que la durée de ce courant après la mort varie dans un rapport opposé. J'ai voulu étudier l'influence des différents gaz sur l'intensité et la durée du courant musculaire. J'ai disposé pour cela un appareil qui me permettait d'avoir une pile musculaire dans un certain milieu gazeux, et d'ouvrir et de fermer à volonté le circuit de cette pile avec le galvanomètre. J'ai opéré ainsi dans l'air atmosphérique, dans l'oxygène, dans l'air très-raréfié, dans l'acide carbonique, dans l'hydrogène. Dans ces différents milieux, la pile musculaire a fonctionné également, soit pour l'intensité, soit pour la durée. Le gaz hydrogène seulement a présenté une singularité qu'on n'aurait pu prévoir avant l'expérience. Cette singularité ne tient pas à une action de gaz sur les muscles, mais bien à un phénomène de polarité secondaire qui se vérifie, quelle que soit la source du courant. Le fait est qu'en opérant dans ce gaz avec une pile musculaire, la déviation reste constante pendant plusieurs heures. Cette nullité d'action des différents gaz nommés sur l'intensité et la durée du courant musculaire, prouve bien que l'origine de ce courant est dans le muscle même vivant ou pris sur un animal peu de temps après sa mort. Cette même conséquence est mise en évidence par une autre expérience. J'ai préparé avec de la membrane d'intestins très-fine un grand nombre de petites cavités coniques : j'ai rempli ces cavités avec de la fibrine séparée du sang d'un

bœuf qu'on venait de tuer; j'ai préparé rapidement avec ces éléments une pile qui était, en apparence, tout à fait semblable à mes piles de demi-cuisses. Je n'ai obtenu aucun signe de courant de cette pile. Cette pile a fonctionné avec le même résultat dans l'hydrogène et dans l'oxygène. C'est donc dans le muscle, par conséquent dans son organisation et dans les actions chimiques qui s'opèrent dans son sein lorsqu'il appartient à un animal vivant ou récemment tué, qu'existe la cause du courant. Les résultats les plus curieux, auxquels je suis parvenu dans ces derniers travaux, sont relatifs au courant propre de la grenouille. Je puis maintenant affirmer *que ce courant n'appartient pas exclusivement à la grenouille,* mais qu'il se manifeste dans tous les muscles de tous les animaux, pourvu que ces muscles présentent à leurs extrémités une terminaison tendineuse inégale. Tous les muscles qui ont d'un côté l'extrémité tendineuse plus resserrée, plus condensée que de l'autre, donnent le courant dirigé dans le muscle de l'extrémité tendineuse à la surface du muscle. J'ai vérifié ce résultat sur tous les muscles de la grenouille, ceux des membres supérieurs aussi bien que les muscles des membres inférieurs; sur des masses musculaires de pigeon, de lapin et de chien. Si j'ai bien compris les derniers travaux anatomiques faits sur la structure des muscles, sur ses rapports avec les tendons et le sarcolème, je ne puis pas hésiter à regarder le courant propre ou du tendon à la surface du muscle, comme le cas le plus simple du courant musculaire. Les fibres tendineuses se continuent avec les fibres musculaires, tandis que le sarcolème ne fait qu'envelopper les seules fibres musculaires. Ce résultat est rendu encore plus probable lorsqu'on se rappelle que les mêmes lois régissent le courant propre et le courant musculaire. »

PHYSIQUE. — *Expériences sur la décharge électrique de la bouteille.* (Extrait d'une Lettre de M. MATTEUCCI à M. *Arago*.)

« Ayant eu dernièrement l'occasion de faire agir, dans une de mes leçons sur l'électricité, la nouvelle machine électrique d'Armstrong, j'ai cru de quelque intérêt de répéter avec cette machine les expériences de Colladon. La grande quantité d'électricité qui se développe avec cette machine m'a fait espérer que, même avec un galvanomètre ordinaire, on pourrait obtenir des signes de courant en faisant communiquer ensemble *la chaudière isolée* et le conducteur muni de pointes et *également isolé, contre lequel* est lancé le jet de la vapeur. C'est, en effet, avec un galvanomètre ordinaire dont le fil fait 200 tours et qui est muni d'un système statique peu parfait, que j'ai obtenu, en opérant comme j'ai dit, une déviation fixe dans la direction donnée par les conditions de l'expérience. Cette direction avait lieu dans un sens opposé,

en renversant la position des extrémités du galvanomètre, étant toujours dirigée de l'extrémité du fil tournée vers la vapeur à celle de la chaudière. J'ai tenté quelques expériences pour comparer l'intensité du courant à la tension de la vapeur dans la chaudière, et j'ai opéré depuis 2 atmosphères jusqu'à 5 successivement. La déviation fixe a augmenté de 3 degrés jusqu'à 10 degrés et 27 degrés en allant de la pression de 2 atmosphères à 4. Il m'a paru que la déviation était sensiblement la même pour des pressions supérieures à 4 atmosphères. En tenant avec un manche isolant une des extrémités du fil à une certaine distance du conducteur ou de la chaudière, tandis que l'autre extrémité du fil était en contact avec la chaudière ou le conducteur, on avait toujours une déviation constante dans l'aiguille, mais elle était toutefois moindre que celle qu'on avait lorsqu'il n'y avait pas d'interruption dans le circuit. Dans ce cas, même à la distance de plusieurs centimètres, il y avait une série d'étincelles qui apparaissaient sans aucune interruption. J'ai voulu pourtant m'en assurer par un des moyens très-ingénieux découverts par M. Wheatstone. C'était un disque tournant sur lequel j'avais tracé des raies noires. L'espace de temps qui s'écoulait pour passer d'une raie à l'autre était de 0,00009 de seconde; on voyait le disque immobile. Il est donc bien prouvé que la lumière n'était pas continue, et que c'était une série d'étincelles ou de décharges successives qui parcouraient le circuit, en donnant à ce circuit même les propriétés d'un conducteur parcouru par un courant voltaïque. La quantité énorme d'électricité qui est produite par cette machine dans toutes les circonstances atmosphériques, m'a permis de faire une série d'expériences qui complètent l'identité du courant électrique proprement dit avec la décharge de la bouteille. J'ai préparé un demi-rectangle en fil de cuivre tout à fait semblable au conducteur mobile d'Ampère. Les deux petits godets remplis de mercure où plongent les pointes du conducteur mobile sont fixés sur une colonne de résine. Le conducteur mobile est soutenu par un fil de soie sans torsion. J'ai fixé sur un pied de résine un fil de cuivre qui était, par conséquent, parallèle au plus long côté du rectangle, duquel on pouvait ainsi l'approcher et l'éloigner à volonté. Tout l'appareil était couvert avec une cloche en verre pour empêcher l'effet de l'agitation de l'air. Il n'est pas difficile de concevoir les dispositions de l'expérience pour réussir à faire passer la décharge d'une batterie dans les deux conducteurs, tantôt dans le même sens, tantôt dans un sens opposé; je ne m'arrête donc pas à les décrire. J'ai commencé par faire passer la décharge dans un seul des conducteurs, tenant l'autre ou isolé ou en communication avec le sol: tantôt la décharge passait par le conducteur mobile, tantôt par le conducteur fixe. Lorsque les deux conducteurs sont à la distance de 15 à 20 millimètres, en employant la

décharge d'une batterie de neuf bouteilles, dont chacune avait $0^{m.c.},12$ de surface, on n'observait aucun mouvement dans le conducteur mobile, tout en l'observant avec la lunette du cathétomètre. A une distance moindre de 15 millimètres entre les deux conducteurs, on voyait toujours, dans tous les cas, le fil mobile légèrement attiré par le conducteur fixe. Cette même attraction se manifeste d'une manière bien plus évidente lorsque le conducteur fixe ou le conducteur mobile communique avec le conducteur de la machine électrique. Enfin, si l'on électrise le conducteur fixe avec des étincelles, le conducteur mobile est successivement attiré et repoussé. Ces phénomènes s'expliquent très-facilement par les attractions et répulsions ordinaires des corps électrisés, en présence des corps à l'état naturel. J'ai voulu seulement tenter ces expériences avec mon appareil, pour voir quelle part il pouvait avoir dans les phénomènes que je vais décrire. Les deux conducteurs sont disposés de manière que la décharge y pénètre en sens contraire. La distance entre les deux conducteurs a été de 10 à 15, jusqu'à 30 millimètres. J'avais commencé par observer le conducteur mobile avec la lunette; mais c'était inutile, car les mouvements de répulsion qui ont lieu dans le conducteur mobile au moment de la décharge, sont si grands qu'on peut les observer directement. En faisant passer le courant dans les deux conducteurs dans le même sens, on voit aussi, et d'une manière très-distincte, le conducteur mobile se précipiter, au moment de la décharge, sur le conducteur fixe. Ainsi, c'est sans aucune espèce de doute qu'on peut admettre que la loi fondamentale d'Ampère, de l'attraction des courants dans le même sens et de la répulsion des courants qui vont en sens contraire, se vérifie pour la décharge de la bouteille dans les mêmes circonstances.

» J'ajouterai enfin que j'ai répété encore mes expériences sur l'induction de la décharge de la bouteille (*Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. IV, février 1842) en faisant passer la décharge de la batterie à travers le fil d'une spirale plane en présence d'une spirale semblable, dont les deux extrémités sont réunies avec les bouts du fil d'un galvanomètre. A quelque distance que les deux spirales se trouvent, le courant d'induction, qui va toujours en diminuant à mesure que la distance augmente, est toujours dirigé dans le même sens que le courant de la bouteille. J'insiste sur ce résultat, parce que, en employant les procédés de l'aimantation pour juger de la direction du courant d'induction, on trouve tantôt ce résultat, tantôt le résultat contraire, suivant la distance des deux spirales et la tension de la décharge. Lorsqu'on fait agir le courant d'induction sur une autre spirale dont les extrémités communiquent avec le galvanomètre, le courant d'induction de second ordre qu'on obtient est dirigé en sens contraire du

courant inducteur. Ce sont là les résultats décrits dans mon Mémoire déjà cité, résultats que j'ai eu occasion de vérifier tout récemment. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Note sur les températures observées en Algérie; par* M. AIMÉ.

« On peut diviser en trois zones les climats de l'Algérie: le versant nord des montagnes de l'Atlas jusqu'au bord de la mer constitue la première; la seconde est représentée par les plateaux et les crêtes des montagnes; la troisième par le versant sud ou la pente qui conduit au désert de Sahara.

» Près des côtes, le voisinage de la mer se fait sentir et modifie beaucoup les températures extrêmes. Les variations des maxima aux minima sont plus faibles que dans l'intérieur.

» La température moyenne annuelle est à peu près la même pour toutes les villes du littoral; elle varie depuis 17°,5, qui est celle d'Oran, jusqu'à 18°,2, qui est celle de Bougie. La première de ces villes est située en partie sur une petite colline élevée de 50 à 60 mètres au-dessus du niveau de la mer, en partie sur les deux pentes d'un ravin. La ville de Bougie, au contraire, est bâtie au pied d'un pic élevé de 670 mètres, et fait face, à peu près, au midi; elle est exposée à tous les vents chauds et se trouve garantie des vents du nord.

» Les températures maxima, que l'on éprouve dans les villes de la côte, dépassent rarement 36 degrés; elles sont produites par le vent du désert ou siroco. En hiver, il tombe souvent dans ces villes de la grêle et très-rarement de la neige. Dans l'espace de sept années, le thermomètre n'est descendu *qu'une* fois au-dessous de zéro à Alger. Au contraire, à Oran, ce phénomène est moins rare.

» Dans la deuxième zone, on trouve de grandes variations de température qui dépendent de l'élévation du lieu où l'on observe, au-dessus du niveau de la mer. On peut en juger par le tableau suivant :

VILLES.	TEMPÉRATURES moyennes.	HAUTEURS.	TEMPÉRATURES minima.	TEMPÉRATURES maxima.
		mètres.		
Sétif	13°	1 100	— 4°,5	38°
Médéah	14	920	— 2,0	36
Miliana	15	800	— 2,0	38
Constantine	17	600	— 2,0	40
Mascara	16	400	— 3,0	41

» Dans ces différentes villes, il tombe de la neige. A Constantine, elle séjourne quelquefois trois jours de suite sur le sol, et il est rare qu'elle persiste plus longtemps sans fondre. A Sétif, qui est le lieu le plus élevé et où il y a le plus de neige, il arrive presque toujours que celle qui est tombée dans la nuit fond vers dix ou onze heures du matin.

» Je ferai remarquer que les observations dont je me suis servi pour calculer les moyennes températures précédentes n'étant pas très-nombreuses, j'en ai supprimé les décimales dont je ne pouvais garantir l'exactitude.

» Sur le versant sud des montagnes de l'Algérie, au commencement du Sahara, la transition de climat est bien tranchée, et la température moyenne s'élève beaucoup. Pour en donner une idée exacte, je vais présenter quelques observations faites à Biskara, qui m'ont été communiquées par M. le docteur Vital.

DATES.	TEMPÉRATURES minima.	TEMPÉRATURES maxima.	DATES.	TEMPÉRATURES minima.	TEMPÉRATURES maxima.
1844.			1845.		
Août 16....	25°	41°	Février 1..	9°,5	12°,0
17....	26	39	2..	0,5	12,0
19....	26	44	3..	— 1,0	10,0
20....	22	40	4..	3,0	11,5
22....	23	38	5..	3,5	14,0
24....	27	43	6..	3,0	14,5
25....	26	43	7..	4,5	17,0
26 ..	25	41	8..	7,0	17,0
27....	27	40	9..	10,5	15,0
28....	26	41	10..	5,0	13,5
30....	25	37	11..	6,0	14,0
31....	22	37	14..	3,5	10,0
Moyennes...	25	40	Moyennes...	4,5	13,4

» Les thermomètres employés étaient placés sur la face nord d'un mur perpendiculaire au méridien du lieu, à 3 mètres au-dessus du sol.

» La température de l'eau d'un puits profond de 29 mètres, prise le 25 août 1844, a été trouvée de 22 degrés; à la fin de septembre, elle n'avait pas varié sensiblement. On peut, par conséquent, la considérer comme très-approchée de

la moyenne de l'année, mais cependant un peu supérieure à cette moyenne, à cause de la profondeur du puits.

» La latitude de la ville de Biskara étant d'environ 2°30′ moindre que celle d'Alger, la variation de température est de 1°6′ par degré du méridien.

» Malgré la faible élévation du Sahara algérien au-dessus de la Méditerranée, les gelées blanches y sont communes en hiver; on en remarque dans l'oasis des Ksour, dans l'Ouad-Mzab, pays des Mozabites, l'Ouad-Righ, etc.

» Il semble donc naturel de croire qu'il est possible d'appliquer, dans le Sahara, les procédés suivis en Asie pour obtenir de la glace au moyen du rayonnement nocturne. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur le bolide du 27 octobre 1844, et sur une conséquence remarquable qui paraît résulter de son apparition; par* M. **Petit**.

« Malgré les recherches nombreuses dont elle a déjà été l'objet, la théorie des météores lumineux n'est, et ne paraît même devoir être longtemps encore, qu'ébauchée; car, lorsqu'on s'en occupe avec un peu de suite, on aperçoit sans cesse des points de vue nouveaux qui ne laissent pas, ce me semble, que de présenter un certain intérêt. Ainsi, indépendamment des zones d'astéroïdes qui correspondent aux mois d'août et de novembre, et dont l'existence ne paraît plus douteuse, il semble aussi, maintenant, incontestable qu'il existe une autre zone correspondant au mois de juin et au mois de décembre; que les astéroïdes de cette zone se montrent en moindre quantité, mais qu'ils sont plus volumineux, en général, que ceux des zones d'août et de novembre; qu'ils sont animés d'une vitesse tout à fait comparable à celle de la Terre; qu'ils tombent quelquefois sur cette planète; qu'ils brillent d'un vif éclat hors de son atmosphère, etc. Il paraît encore qu'il existe d'autres bolides plus isolés, dont le diamètre est très-considérable, tels, par exemple, que le bolide du 5 janvier 1837, et sans doute aussi ceux du 9 février et du 18 août 1841; que ces bolides, comme les précédents, brillent d'un vif éclat hors de l'atmosphère terrestre; qu'ils passent quelquefois très-près de nous, etc. En faisant même abstraction de l'intérêt scientifique que doit présenter l'étude de ces corps, moins avancée peut-être que ne l'était à l'époque de Régiomontanus, celle des comètes, et offrant d'ailleurs avec cette dernière une si grande analogie par suite de la croyance répandue pendant tant de siècles que les comètes n'étaient, comme les bolides, que de simples météores *sublunaires* dont il ne pouvait y avoir aucune utilité à déterminer la marche, il semble que l'étude des bolides mérite encore, à un autre titre, d'intéresser les habi-

tants de la Terre. Par cela seul, en effet, que les bolides pourraient, dans certains cas, produire de grands ravages à sa surface, comme cela fût arrivé, par exemple, si celui du 5 janvier 1837, avec son énorme volume et sa vitesse relative de 4800 mètres par seconde, eût rencontré notre planète, au lieu de passer à la faible distance de 27 myriamètres environ, il ne saurait être tout à fait indifférent pour nous d'acquérir des notions plus complètes et plus précises à leur égard, de savoir jusqu'à quel point le nombre et la vitesse de ces gros bolides sont considérables, etc.

» Ces diverses considérations, et beaucoup d'autres encore qu'il n'est pas nécessaire de développer ici, peuvent servir à expliquer l'intérêt qui s'attache à l'étude des astéroïdes quand on a commencé à s'en occuper. J'ajouterai que, pour ma part, je me trouve encore entraîné vers cette étude par un intérêt d'une autre nature, par le désir de vérifier, sur le plus grand nombre de cas possible, l'application de ma méthode, et par la satisfaction que j'ai éprouvée jusqu'ici en voyant cette méthode me conduire constamment au but avec facilité. D'ailleurs, presque toujours, dans une étude à peine ébauchée, on est conduit à quelque résultat inattendu, et par cela même, digne d'intérêt. C'est ce qui m'est arrivé dans le travail auquel je me suis livré sur le bolide du 27 octobre 1844; car, malgré la défiance avec laquelle j'ai d'abord accepté la conséquence principale de ce travail; malgré les essais nombreux que j'ai tentés pour vérifier cette conséquence; malgré les hypothèses défavorables que j'ai même employées dans mes calculs pour me convaincre de son inexactitude, j'ai toujours été inévitablement amené à conclure : que le bolide du 27 octobre semblerait indiquer l'existence de corps auxquels on pourrait donner le nom de corps *intra-stellaires*, c'est-à-dire de corps d'un volume considérable, *qui parcourraient l'espace en allant d'une étoile à l'autre, et qui, en rencontrant notre système solaire, ne feraient que le traverser, pour revenir à la région des étoiles de laquelle ils étaient partis.*

» Je sens combien un pareil résultat doit être énoncé, et surtout accepté avec réserve. Aussi, malgré les motifs nombreux que je pourrais avoir de le regarder comme réel, je me suis gardé de le présenter avec une entière assurance; car, pour pouvoir le présenter comme parfaitement démontré, il faudrait avoir d'autres preuves qu'un fait unique reposant sur deux observations seulement, et sur deux observations qui, par leur nature, offrent nécessairement une certaine incertitude. Cependant, après un travail consciencieux et même quelquefois un peu rebutant à cause du grand nombre d'essais qu'il m'a paru nécessaire de tenter, je n'ai pas cru devoir hésiter à signaler ce nouveau point de vue qui me paraîtrait susceptible d'attirer un peu d'atten-

tion sur l'étude des bolides, et surtout d'entretenir ou de réveiller le scrupule des observateurs. Il me semblerait véritablement curieux, en effet, que l'observation des vitesses dont auraient paru animés les aérolithes qui seraient tombés sur la terre, pût nous fournir, combinée avec l'analyse chimique, des renseignements sur la matière même des régions stellaires dont nous n'avions jusqu'à présent des nouvelles que par la lumière qui nous en arrive. Les détails dans lesquels je vais entrer permettront, au reste, de juger plus facilement du degré de confiance qu'on peut accorder au résultat que je viens d'énoncer.

» M. Giraud, président à la cour royale d'Angers, ayant communiqué à l'Académie une observation qu'il avait faite à Parcé (Sarthe), sur un gros aérolithe vers 9^h40^m du soir, le 27 octobre 1844, et le *Journal de l'Indre* ayant publié une observation de ce même aérolithe, faite au *Blanc*, par M. Delatramblais, sous-préfet de l'arrondissement, ces messieurs ont bien voulu, sur ma demande, me donner les détails qui me manquaient pour calculer leurs observations. D'après M. Delatramblais, à partir du moment où le vif éclat du bolide l'eut averti de l'apparition, ce bolide serait descendu *à peu près verticalement,* mais en déviant un peu du nord vers l'ouest, et en prenant une grosseur extraordinaire, ainsi qu'un éclat beaucoup plus vif que celui de la pleine lune qui brillait au côté opposé, d'un point situé à égale distance environ entre l'étoile α du Cygne et l'étoile polaire. Le même point aurait été, le 14 février, à sept heures du soir (moment où M. Delatramblais m'écrivait), à peu près au cinquième de la distance qui séparait alors Cassiopée de la polaire. Ces deux indications sont on ne peut mieux concordantes entre elles et avec la position que la Lune occupait, en effet, dans le ciel le 27 octobre, à l'heure de l'observation. Elles doivent, par conséquent, donner une grande confiance en l'observation de M. Delatramblais. J'ajouterai, pour compléter cette observation, que la trajectoire apparente allait couper l'horizon à 50 ou 52 degrés du méridien, l'azimut étant compté du nord vers l'ouest. M. Delatramblais me donnait ce dernier renseignement avec assez de certitude, d'après l'orientation de la rue qu'il suivait quand le bolide se montra. Ses souvenirs, après quatre mois, ne lui ont pas permis de préciser la vitesse avec une aussi grande assurance; mais il lui semble cependant que de la hauteur du Cygne et de l'étoile polaire, jusqu'à 12 ou 15 degrés au-dessus de l'horizon, le bolide mit plusieurs secondes, peut-être trois ou quatre, *ou même moins.*

» Quant à M. Giraud, dans sa Lettre à M. Arago, il disait que le bolide avait brillé tout à coup d'une lumière très-vive; que la durée de son appari-

tion avait été de 2 à 3 secondes, la direction de sa course de l'est à l'ouest; que son diamètre était presque égal à celui de la Lune qu'il surpassait beaucoup par son éclat; enfin, que depuis le moment de l'apparition du météore, M. Giraud avait parcouru lentement avec d'autres promeneurs, et en s'entretenant avec eux de la beauté de ce météore, une distance de 266 mètres, mesurée le lendemain très-exactement, et qu'il supposait avoir exigé, pour être parcourue, environ 4 minutes de temps, lorsqu'on entendit dans la direction et à la hauteur où le météore avait disparu, une détonation semblable à celle d'une batterie de canons. Le ciel couvert d'une croûte de nuages à travers lesquels avait brillé *ce monstrueux aérolithe* ne permit pas à M. Giraud d'indiquer le nom de quelques-unes des étoiles qui furent rencontrées par le bolide; mais une allée de grands noyers qui se trouvait à sa droite, et dont le bolide avait rasé la cime, lui a fourni le moyen de m'indiquer plusieurs points de la trajectoire apparente. Voici, pour se mettre à l'abri des erreurs de l'heure, quel a été, dans ce but, le moyen ingénieux employé par M. Giraud.

» Une des façades de sa maison est orientée, dit-il, de telle sorte qu'elle contient, pour ainsi dire, la polaire dans son plan. Le 24 janvier, il guetta le moment où Sirius arrivait dans le plan de son mur en opposition avec l'étoile polaire. A ce moment il tira sa montre et il se transporta au lieu de son observation du 27 octobre. Arrivé là après quelques instants, il compta 10 minutes écoulées depuis le passage de Sirius, et plaçant alors sur le ciel, le 24 janvier à cette heure, la trajectoire parcourue par le bolide le 27 octobre, il trouva une ligne qui passait à travers les constellations de la grande Ourse et de Cassiopée, et dans des points de ces constellations que, pour plus d'exactitude, M. Giraud a bien voulu me faire connaître à l'aide d'une figure. Je dois ajouter que, pendant toute la durée de son apparition, le bolide présenta en avant de son mouvement une large échancrure qui semblait prouver que ce corps n'avait pas de mouvement de rotation sur lui-même.

» J'ai cru devoir rapporter avec quelques détails les observations de M. Giraud et de M. Delatramblais; d'abord, parce que toutes les circonstances physiques ont été employées dans mes calculs comme moyen de contrôle, à défaut d'un plus grand nombre d'observations simultanées, et ensuite parce que ces observations servant de base à un résultat qui me paraît véritablement digne d'intérêt, et qu'il ne m'est pas possible de contrôler à l'aide d'autres observations, il était nécessaire de montrer le degré de confiance qu'elles méritent. Il est facile de voir, d'après les détails dans lesquels je suis entré, que M. Giraud et M. Delatramblais possèdent des connaissances astronomiques qui ne permettent pas de supposer, de la part de ces observateurs, des erreurs plus

grandes que celles auxquelles auraient été exposés sans doute, dans ce genre d'observations, les astronomes de profession eux-mêmes. Et cependant, pour détruire les conséquences auxquelles je suis arrivé, il faudrait non-seulement supposer les erreurs assez considérables que comportent toujours des observations faites sur les bolides, et que j'ai même peut-être exagérées dans cette circonstance; mais il faudrait aller jusqu'à admettre que pour M. Giraud, le bolide du 27 octobre s'est montré vers le *sud* au lieu de paraître vers le *nord;* que la durée de son apparition a été de 30 à 40 secondes, au lieu d'être de 2 ou 3; que ce corps allait du *sud* au *nord,* au lieu d'aller de l'*est* à l'*ouest,* etc. Il faudrait supposer encore que pour M. Delatramblais, la trajectoire, au lieu d'être à peu près verticale, aurait été presque horizontale, etc.; suppositions auxquelles il ne me paraît pas possible de s'arrêter.

» Dans les modifications successives que j'ai dû faire subir aux observations pour satisfaire, non-seulement aux conditions mathématiques, mais même aux diverses circonstances physiques de ces observations, je me suis attaché à altérer à peine ceux des éléments sur lesquels les erreurs étaient peu supposables, tels que la direction de l'est à l'ouest, donnée à M. Giraud, par la cime des noyers, l'azimut du pied de la trajectoire indiqué par celui de la rue que suivait M. Delatramblais, la position presque horizontale de cette trajectoire pour l'un des observateurs, presque verticale pour l'autre, éléments dont les modifications les plus probables auraient d'ailleurs, pour la plupart des cas, altéré les résultats auxquels j'arrivais, dans un sens favorable. J'ai fait varier, au contraire, dans des limites considérables, les éléments qui paraissaient plus sujets à des erreurs et dont les variations pouvaient aussi le mieux, en général, masquer les résultats: tels, par exemple, que la durée de l'apparition, la position du point de départ du bolide pour chacun des observateurs, et la hauteur à laquelle il parut se mouvoir pour M. Giraud, car un faible déplacement devait influer considérablement sur cette hauteur à la distance probablement assez rapprochée, d'après la position de la trajectoire, qui séparait M. Giraud de l'allée des noyers dont le bolide parut raser la cime. J'ai même été jusqu'à admettre, sur l'observation de M. Giraud, une erreur de temps correspondant à une durée sept ou huit fois plus grande que celle assignée, ainsi qu'une erreur de 20 degrés sur la hauteur de la trajectoire apparente, et j'ai trouvé constamment un résultat identique. Il y a même cela de remarquable, que la trajectoire à laquelle je suis arrivé après quatorze approximations successives, en exagérant de plus en plus la petitesse de la vitesse apparente, et qui suppose, non-seulement les erreurs précédentes dans un sens défavorable, ainsi que je l'ai déjà dit,

mais encore qui réduit de 78 à la limite extrême 66 degrés, l'inclinaison résultant de l'observation directe de M. Delatramblais pour le plan à peu près vertical dans lequel se mouvait le bolide, est précisément aussi la trajectoire qui correspond à un minimum pour les distances à la Terre et aux observateurs, pour la vitesse apparente, et par suite, pour la probabilité du résultat que j'ai énoncé plus haut; car, si l'on supposait les erreurs plus grandes encore, chacune des quantités précédentes croîtrait aussi de nouveau. En m'arrêtant à cette trajectoire, je ne la présenterai donc pas ici comme la trajectoire réelle; j'ajouterai même qu'elle n'est peut-être pas la plus approchée; mais elle me paraît être, du moins, celle qui peut forcer le plus l'exagération dans le sens défavorable au résultat que mes premiers essais m'avaient fait entrevoir et dont j'avais surtout en vue, dans les essais suivants, de vérifier l'exactitude. Je dois dire aussi cependant que si, pour abréger, je me borne à donner ici les principales circonstances de la marche du bolide, déduites de la dernière trajectoire, on n'en aura pas moins pour cela une idée très-convenable du mouvement relatif de ce corps; car les diverses trajectoires auxquelles j'ai successivement été conduit, ne feraient qu'éloigner de plus en plus le bolide des observateurs sans altérer, d'une manière trop considérable, la direction qu'il suivait par rapport à la Terre. Il est vrai qu'il n'en serait pas ainsi de son mouvement par rapport au Soleil, parce que la vitesse apparente modifie considérablement la direction de ce mouvement; mais, dans tous les cas, on arriverait aux mêmes conséquences, et avec tout autre système de trajectoires que celui auquel je me suis arrêté, on serait plus forcément conduit à la conclusion à laquelle j'arrive. Il serait donc suffisant, pour justifier cette conclusion, de donner ici celle des trajectoires qui paraît en réduire la probabilité à un minimum.

Vitesse relative du bolide par rapport à la Terre, au moment de l'apparition. . . . . 77 600 mètres par seconde.

» Cette vitesse est cinq ou six fois plus faible que celle qui résulterait de l'estimation de M. Giraud, et au moins deux fois plus faible que celle déduite de l'estimation de M. Delatramblais. Mais M. Delatramblais lui-même ne donne son estimation, faite quatre mois environ après l'apparition, qu'avec une certaine défiance, et il a soin de dire d'ailleurs qu'en évaluant la durée à trois ou quatre secondes, il s'est peut-être trompé en plus : d'où il résulte que la vitesse précédente peut être considérée comme une limite très-inférieure. Il est remarquable, du reste, qu'on pourrait encore presque la sousdoubler sans détruire les conclusions.

Vitesse absolue du bolide dans l'espace au moment de son apparition. . . . 73 540 mètres.

Éléments de l'orbite relative que le bolide décrivait autour de la Terre, au moment de son apparition, en vertu de la vitesse relative donnée plus haut, et de la direction de cette vitesse.

Excentricité $e = 40,59979$.
Demi-grand axe $a = -67341,49$ mètres.
Æ du ☊ ascendant sur l'équateur $= 147°50'42'',08$.
Inclinaison sur l'équateur $I = 64° 33' 38'',65$.
Distance périgée $\varpi = 2666709$ mètres.

Instant du passage au périgée $= 9^h 51^m 32^s,03$ } temps moyen de Paris compté de midi, le 27 octobre.
Instant de l'entrée du bolide dans la sphère d'activité de la terre $= 6^h 57^m 42^s,2$.......... } temps moyen de Paris compté de midi, le 27 octobre.
Sens du mouvement géocentrique : rétrograde.
Instant de l'apparition du bolide $9^h 50^m 12^s,00$ } temps moyen de Paris compté de midi, le 27 octobre.

» D'où j'ai déduit les éléments suivants pour l'orbite que le bolide décrivait autour du Soleil, avant d'être soumis à l'influence perturbatrice de la Terre :

Excentricité $= 3,559387$.
Demi grand axe $= -0,2775041$ } la distance moyenne de la Terre au Soleil étant l'unité.
Distance périhélie $= 0,7102405$ }
Inclinaison de l'orbite sur l'équateur $= 64°23' 55'',18$.
Æ du ☊ ascendant sur l'équateur $= 218°41'53'',96$.
Æ du périhélie $= 70°43'6'',43$.
Longitude du périhélie dans l'orbite, à partir du ☊ ascendant $= 216°0'37'',07$.
Instant du passage au périhélie $= 13^h 45^m 45^s,6$ } temps moyen de Paris compté de midi, le 14 novembre.
Sens du mouvement héliocentrique : direct.

» Il résulte de ces éléments qu'avant d'être soumis à l'action de la Terre, le bolide se mouvait dans une hyperbole autour du Soleil. D'où il suit aussi, comme conséquence, que ce corps ne faisait que traverser le système solaire tout entier, et que, par conséquent, il avait dû venir de la région des étoiles. Du reste, pour vérifier, autant que possible, ce résultat, j'ai voulu m'assurer si le bolide n'aurait pas pu être lancé de la surface lunaire, et j'ai trouvé les nombres suivants :

Temps moyen de Paris compté de midi, le 27 octob.	Heures où le bolide était à une distance de la Terre qui aurait pu lui permettre de se trouver dans la sphère d'attraction de la Lune.	POSITIONS DE LA LUNE. Ascension droite de la Lune.	Déclinaison de la Lune.	Distance du bolide à la Lune.
Heure où le bolide aurait pu se trouver à l'entrée de la sphère d'attraction de la Lune........	$8^h\ 9^m\ 18^s,5$	$49°38'16'',65$	$+19°29'\ 7'',97$ B	$336\,587\,900^m$
Heure où le bolide aurait pu rencontrer la Lune et, par conséquent aussi, être lancé de la surface de cet astre............	$8^h 23^m\ 42^s,7$	$49°45'45'',93$	$+19°30'15'',08$ B	$305\,861\,500^m$
Heure où le bolide aurait pu se trouver à la sortie de la sphère d'activité de la Lune...........	$8^h 38^m\ 6^s,8$	$49°53'15'',56$	$+19°31'28'',65$ B	$287\,423\,100^m$

» Ainsi le bolide s'est toujours trouvé à une distance de la Lune presque aussi considérable que la distance moyenne de la Lune à la Terre (381 972 000 mètres). Bien que je n'aie pas cru qu'il fût nécessaire de refaire le même calcul avec toutes les trajectoires, pour discuter complétement une supposition d'ailleurs extrêmement peu probable, il m'a paru résulter, avec une certitude plus que suffisante, de quelques considérations géométriques dont je me suis servi pour m'en assurer, que toutes les autres trajectoires conduiraient à la même conséquence. J'ai pensé aussi qu'il serait intéressant de connaître combien de temps le bolide aurait dû employer pour nous arriver de la région des étoiles, et j'ai trouvé, ce qu'il eût été facile d'ailleurs de prévoir, que ce temps est loin d'être aussi considérable qu'on pourrait être porté à le supposer au premier abord. En effet, pour venir de la 61e du Cygne, dont la parallaxe annuelle peut être supposée égale à $0'',42$, valeur moyenne entre la détermination de MM. Mathieu et Arago et celle de M. Bessel, le bolide du 27 octobre, dans son mouvement hyperbolique, n'aurait employé que 46166 ans, et pour venir de l'étoile α du Centaure, à laquelle M. Henderson a cru reconnaître une parallaxe annuelle de $1'',0$, le même bolide n'aurait employé que 17000 ans, ou, plus exactement, 16787,56 ans; encore même pourrait-on réduire les nombres précédents au tiers ou au quart de leur valeur, sans sortir des limites très-probables que leur assigneraient les observations de M. Giraud et de M. Delatramblais.

» J'ai voulu connaître aussi les modifications que l'action de la Terre avait apportées dans les éléments hyperboliques du bolide au moment de son apparition, et j'ai reconnu que ces modifications, quoique très-sensibles, étaient cependant encore assez petites eu égard à l'incertitude des observations, pour qu'on pût presque toujours, dans les cas de bolides animés de très-grandes vitesses, substituer l'orbite troublée à l'orbite pri-

mitive, et éviter ainsi une partie considérable des calculs que j'ai effctuées sur le bolide du 27 octobre. Voici, en effet, quels étaient les éléments modifiés par la Terre au moment de l'apparition du bolide :

	Différences avec les éléments primitifs, moins éléments troublés.
Excentricité = 3,716206	$-0,1568190$
Demi-grand axe = — 0,2612844	$-0,0162197$
Distance périhélie = 0,7097022	$+0,0005383$
Inclinaison de l'orbite sur l'équateur = 62°51′53″,7	$+1°32′\ 1″,48$
Æ du ☊ ascendant sur l'équateur = 219° 9′ 9″,51	$-0°27′15″,55$
Æ du périhélie = 70°23′13″,31	$+0°19′53″,12$
Longit. du périhélie dans l'orbite, à partir du ☊ ascend. = 215°38′19″,5	$+0°22′17″,57$
Instant du passage au périhélie, le 14 novembre, à $4^h41^m0^s,0$ (temps moyen de Paris, compté de midi)	$+9^h4^m45^s,60$
Sens du mouvement héliocentrique. . . . . direct.	

» L'inclinaison de l'orbite et l'instant du passage au périhélie sont les éléments qui ont éprouvé les modifications les plus considérables, et ces modifications sont trop peu importantes pour que, dans les cas analogues, il soit absolument nécessaire de remonter à l'orbite primitive lorsque l'observation immédiate aura donné l'orbite troublée. Cependant il sera toujours convenable, pour conclure avec certitude, de suivre la marche que j'ai adoptée dans le cas actuel. Cette remarque pourrait surtout s'appliquer au bolide du 3 juin 1842, dont j'avais plus particulièrement en vue, lorsque je le calculai, de déterminer la hauteur et les distances à la Terre, et sur lequel je me propose de revenir; car des considérations nombreuses m'amènent à penser que son orbite primitive, dont je ne me suis pas occupé, était une ellipse, bien que son orbite troublée ait paru être une orbite hyperbolique.

» Voici maintenant quelques autres particularités qui se déduisent de la trajectoire apparente, et qu'il ne sera pas inutile de rapporter ici :

Distance du bolide à la Terre quand il était au méridien de Paris, lieu de l'observation de M. Giraud, c'est-à-dire à peu près au milieu de sa course. . . . . 467292 mètres.

Distance du bolide à Paris, au même moment. 497017

Position du point de la Terre au-dessus duquel était alors le bolide.	Latitude boréale. .	$= +49°19′$	Ce point est situé dans la Manche, sur les rochers du Calvados, aux environs de Notre-Dame-de-la-Délivrance.
	Longitude occident. par rapport au méridien de Paris. .	$= -\ 2°33′$	

Distance du bolide à la Terre quand il disparaissait pour M. Giraud..... 37 992 mètres.
Distance du bolide à Parcé, dans le même moment.................. 160 283

Position du point de la Terre au-dessus duquel passait alors le bolide..........	Latitude boréale $=+48°18'20''$ Longitude occid. $=-\ 3°47'22''$	Ce point est dans le département d'Ille-et-Vilaine, aux environs de Mézières.

Distance minima de Parcé à la trajectoire.......................... 124 723 mètres.
Distance du bolide à la Terre quand il était le plus rapproché de Parcé... 28 933

Position du point de la Terre au-dessus duquel se trouvait, à ce moment, le bolide.................	Latitude boréale. $=+48°1'\ 3''$ Longitude occid. $=-\ 4°9'26''$	Ce point est entre Pontreau et Plélan, dans les environs de Rennes.

Distance du bolide à la Terre quand M. Delatramblais, averti par son éclat, l'aperçut dans le ciel à la hauteur du Cygne et de l'étoile polaire. } 433 393 mètres.
Distance du bolide au Blanc dans ce même moment.................. 533 949

Position du point de la Terre au-dessus duquel passait alors le bolide..........	Latitude boréale. $=+49°13'30''$ Longitude occid. $=-\ 2°34'20''$	Ce point est dans le Calvados, entre Bonneville et Caen.

Distance du bolide à la Terre quand le faîte d'une maison le cacha à M. Delatramblais, vers 12 ou 14 degrés de hauteur au-dessus de l'horizon.........	72 903 mèt.	J'ai adopté, pour la position de ce point dans le ciel, Æ $=251°$, D $=36°20'$.

Distance du Blanc au bolide à ce moment.. 274 177

Position du point de la Terre au-dessus duquel passait alors le bolide..........	Latitude boréale. $=+48°53'50''$ Longitude occid. $=-\ 3°58'40''$	Le point est au-dessus de la mer, près des côtes du dép. de la Manche et dans les environs de Hauteville.

Distance minima du Blanc à la trajectoire.......................... 265 783 mètres.
Hauteur du bolide au-dessus de la surface de la Terre quand il était le plus rapproché du Blanc. . . . . } 11 706

Position du point de la Terre au-dessus duquel se trouvait alors le bolide......	Latitude boréale. $=+47°57'45''$ Longitude occid. $=-\ 4°13'41''$	Ce point est entre Guichen et Baulon, dans le département d'Ille-et-Vilaine.

Position des points où la trajectoire apparente rencontre la Terre.	Latitude boréale du point où aurait dû tomber le bolide.	$=+47°55'30''$	Ce point est aux environs de la Chapelle, dans l'Ille-et-Vilaine, vers le sud-ouest de Rennes.
	Longitude occid. de ce même point.	$=-\ 4°16'34''$	
	Latitude australe du point où serait sorti le bolide s'il eût pu traverser la Terre.	$=-59°57'\ 5''$	Ce point est situé dans le grand Océan, aux environs du cap Horn.
	Longitude occid. de ce même point.	$=-92°41'55''$	

» Il suffit de jeter un coup d'œil sur ces résultats pour s'apercevoir que les conséquences auxquelles je suis arrivé sont loin de pouvoir être regardées comme exagérées, bien que les observations qui assignent au bolide un diamètre apparent presque égal à celui de la Lune dussent donner à ce même corps un volume énorme. En effet, avec la trajectoire à laquelle je me suis arrêté, le bolide a dû tomber sur la Terre, et dans un pays fort peuplé. Or, de quelque manière qu'on envisage la question, il est impossible de supposer qu'un corps qui, pendant trois ou quatre secondes, a pu éclairer simultanément deux points de la terre aussi éloignés entre eux que le sont le Blanc et Parcé (165 kilomètres environ), en passant au nord, et, par conséquent, du même côté de ces deux points, et en présentant pour les deux observateurs un éclat plus vif que celui de la Lune, ainsi qu'une grosseur apparente presque égale à celle de cet astre, ne soit pas un corps d'un volume extrêmement considérable. Dès lors il devient très-peu probable, ou plutôt il est impossible de supposer que ce corps soit tombé dans l'intérieur des terres, ni même dans les mers qui baignent les côtes. J'ajouterai, à l'appui de cette opinion, qu'en effet, avec une des premières trajectoires auxquelles j'étais arrivé, le bolide ne rencontrait pas la surface terrestre, et qu'il passait, par rapport à cette surface, à une distance minima de 75436 metres; que dans ce système la vitesse du bolide aurait été de 250 à 300 mètres par seconde; sa distance à la Terre, au moment de la disparition pour M. Giraud, de 558674 mètres; enfin la distance minima de Parcé à la trajectoire, de 800000 mètres environ, ce qui assignait au bolide un diamètre au moins six fois plus grand que celui qui résulte de la trajectoire adoptée dans mes calculs. J'ajouterai encore que la trajectoire à laquelle j'arrivais dans l'approximation suivante, ainsi que la plupart de celles qui l'ont suivie, en faisant tomber, cette fois, le bolide au milieu des mers, vers les côtes de l'Irlande, laissaient encore à peu près égale à la précédente la distance minima du bolide à Parcé, et par suite aussi le volume du bolide. J'aurais peut-être pu m'en tenir, avec plus de probabilité, à ces trajectoires; j'avoue que j'ai préféré la dernière, malgré la difficulté que présente, dans ce système, l'explication du diamètre considérable d'un corps qui aurait dû tomber dans l'intérieur des terres, et que l'on n'y a pas rencontré, parce que cette trajectoire ne peut être taxée que d'exagération en petitesse, et ensuite parce qu'elle rend compte, d'une manière suffisamment satisfaisante, par le frottement contre l'atmosphère, de l'explosion entendue à Parcé, quatre minutes environ après la disparition du bolide, puisque avec cette trajectoire le bolide serait passé, en effet, à 124000 mètres de Parcé. Cependant, s'il est vrai, comme cela paraît incontestable et non moins difficile à expliquer que

ne le serait l'explosion entendue par M. Giraud, que les bolides brillent hors de notre atmosphère, et si l'incandescence subite de ces corps rend peu probable l'existence d'une lumière qui leur soit propre; si d'ailleurs, comme celui du 5 janvier 1837, celui du 12 décembre 1844, etc., ils peuvent se montrer à toutes les heures de la nuit, et briller par conséquent dans l'intérieur du cône d'ombre projeté par la Terre, ne pourrait-on pas, en admettant la première des trajectoires, celle qui fait passer le bolide au-dessus de la surface de la Terre, et très-loin de Parcé, se rendre compte de la détonation par des considérations analogues à celles qui servent à expliquer les effets mécaniques de l'électricité ou de la chaleur? par exemple, au moyen de l'action presque instantanée qu'aurait exercée sur notre atmosphère cet autre milieu impondérable, mais néanmoins d'une densité sensible et d'une grande élasticité, dont il devient nécessaire de supposer l'existence jusqu'à une assez grande hauteur au-dessus de la surface de la Terre, pour expliquer l'inflammation des bolides. Je n'oserais pas insister cependant sur cette supposition, bien hasardée sans doute, et qui, dans tous les cas, serait beaucoup trop prématurée, mais qui lèverait la seule difficulté qu'on puisse opposer à celle des trajectoires dont le système ferait passer le bolide du 27 octobre au-dessus de la surface de la Terre; et je me bornerai, en terminant, à conclure qu'il résulte des considérations précédentes, que la trajectoire à laquelle je me suis arrêté est très-probablement une trajectoire limite, donnant la grandeur inférieure de la vitesse, de la grosseur du bolide, des distances auxquelles il s'est successivement trouvé, soit par rapport aux observateurs, soit par rapport à la surface terrestre, etc. D'où il suit, comme conséquence, que non-seulement le bolide du 27 octobre a brillé d'un éclat très-vif bien au delà de notre atmosphère, mais encore que ce corps devait avoir un volume très-considérable, une vitesse plus grande que celle de notre planète, et que, probablement, il ne faisait que traverser notre système solaire tout entier lorsqu'il s'est montré aux habitants de la Terre. »

ASTRONOMIE. — *Éléments paraboliques de la seconde comète romaine; par* M. FAYE.

« Les premières paraboles qui furent calculées à l'époque de la découverte de cette comète ne suffisant pas à la réduction exacte des observations, j'ai déterminé sur deux observations de Paris du 9 et du 18 mars, et sur une observation méridienne d'Altona du 14 mars, une nouvelle orbite parabolique plus approchée dont j'ai déduit les éléments nécessaires à mes

derniers calculs. Ceux-ci sont basés sur des observations comprenant un arc beaucoup plus grand de la trajectoire apparente de cette comète; ce sont celles qui ont été faites à l'Observatoire de Paris le 7, le 18 et le 29 mars. En voici le résultat :

Temps du passage au périhélie,	1845, avril 21,03748	
Longitude du périhélie.	192° 33′ 18″,6	Équinoxe moyen du
Longitude du nœud ascendant. . .	347° 6′ 45″,2	1er janvier 1845.
Inclinaison.	56° 23′ 36″,3	
Logarithme de la distance périhélie.	0,0985330	
Sens du mouvement dans l'orbite.	Direct.	

» Voici comment les observations sont représentées :

Calcul moins observation.

DATES.	ERREURS en longitude.	ERREURS en latitude.	LIEUX de l'observat.
6 mars 1845 . .	+ 3″6	— 0″1	Paris.
7.	+ 0,6	+ 0,8	Paris.
8.	— 2,1	— 2,7	Paris.
9.	+ 1,7	+ 3,4	Paris.
14.	+ 5,8	—17,6	Altona.
18.	— 0,2	— 5,7	Paris.
29.	0,0	+ 0,2	Paris.

» Il est donc probable que cette parabole diffère très-peu de celle qu'on pourra déduire plus tard de l'ensemble des observations, et comme l'intervalle compris entre les positions extrêmes est assez grand, cet accord autorise à croire qu'il ne sera pas nécessaire de recourir à une autre section conique avant l'époque des calculs définitifs. »

CHIMIE. — *Sur les combinaisons azotées; par* M. Aug. Laurent.

« La composition attribuée à la quinoléine et au leukol m'a empêché de donner, dans mon dernier Mémoire, les nouvelles analyses que j'ai faites, pour appuyer la loi que j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie sur les

combinaisons organiques azotées. Cette composition étant maintenant connue, je vais indiquer les résultats de mes expériences.

Quinine.

» La composition attribuée à la quinine est la suivante :

$$C^{40}H^{24}Az^{2}O^{2};$$

d'après mes analyses, la formule de cette base doit être

$$C^{38}H^{22}Az^{2}O^{2}.$$

Les déterminations du sel chloroplatinique, faites par MM. Liebig, Gerhardt et par moi, s'accordent exactement avec le poids atomique calculé. D'après la composition des sels analysés par M. Regnault, la formule précédente doit être doublée.

» Mais si telle est la composition de la quinine, on ne conçoit plus sa transformation en quinoléine sous l'influence de la potasse.

Quinoléine et leukol.

» D'après M. Hoffman, la composition du leukol devait se représenter par $C^{36}H^{16}Az^{2}$; celle de la quinoléine était $C^{38}H^{20}Az^{2}$ d'après M. Gerhardt, et $C^{38}H^{16}Az^{2}$ d'après M. Bromeiss. Aucune de ces analyses ne s'accordant avec ma loi, j'avais prié MM. Hoffman et Gerhardt de répéter leurs expériences. M. Gerhardt me répond que la formule de la quinoléine est $C^{36}H^{14}Az^{2}$, et M. Hoffman, que le leukol et la quinoléine sont identiques.

» Ainsi, trois analyses contraires à ma loi disparaissent pour faire place à une seule qui la confirme. Maintenant on peut expliquer la transformation de la quinine en quinoléine :

$$C^{38}H^{22}Az^{2}O^{2} = C^{36}H^{14}Az^{2} + C^{2}O^{2} + H^{8}.$$

Cinchonine.

» On donne à cet alcali la composition suivante :

$$C^{40}H^{24}Az^{2}O.$$

Mes analyses conduisent exactement à cette formule

$$C^{38}H^{22}Az^{2}O,$$

ou mieux, le double, d'après les analyses du nitrate et de l'hydriodate faites par M. Regnault.

» *Bichlorhydrate de cinchonine.* J'ai obtenu ce sel, qui rougit le tourne-

sol, en très-beaux cristaux en laissant évaporer sa dissolution dans le vide; sa formule est

$$C^{76}H^{44}Az^{4}O^{2} + H^{4}Cl^{4}.$$

» *Bichloroplatinate de cinchonine.* Sa formule est

$$C^{76}H^{44}Az^{4}O^{2} + 2(H^{2}Cl^{2} + Cl^{4}Pt) + 2H^{2}O.$$

» La conversion de la cinchonine en quinoléine se conçoit aisément, en faisant intervenir dans la réaction 1 atome d'eau :

$$C^{38}H^{22}Az^{2}O + H^{2}O = C^{36}H^{14}Az^{2} + C^{2}O^{2} + H^{10}.$$

Morphine.

» Cette base est représentée par deux formules :

$$C^{68}H^{36}Az^{2}O^{6}$$

et par

$$C^{70}H^{40}Az^{2}O^{6}.$$

Mes analyses donnent

$$C^{68}H^{38}Az^{2}O^{6}.$$

» L'*hydrochlorate de morphine,* analysé à l'aide d'une dissolution titrée de nitrate d'argent, a confirmé d'une manière parfaite la formule précédente. Sa composition est

$$C^{68}H^{38}Az^{2}O^{6} + H^{2}Cl^{2}.$$

Piperin.

» La formule attribuée par M. Regnault au piperin est la même que celle que j'ai trouvée pour la morphine. Une nouvelle analyse a confirmé l'isomérie de ces deux corps.

Lophine.

» De nouvelles analyses de cet alcali m'ont conduit à corriger mes premiers résultats. Sa formule est

$$C^{92}H^{32}Az^{4} \quad \text{au lieu de} \quad H^{30}.$$

Picryle et ses dérivés.

» Le picryle et ses dérivés présentaient une composition contraire à trois différentes lois que j'ai établies. On avait

Picryle	$C^{84}H^{23}Az^{2}O^{4}$,
Chloropicryle	$C^{84}H^{28}Az^{2}O^{4}Cl^{2}$,
Bromopicryle	$C^{84}H^{28}Az^{2}O^{4}Br^{2}$.

» 1°. Dans le picryle, la somme de l'azote et de l'hydrogène n'est pas divisible par 4.

» 2°. Le picryle se trouve combiné avec 2 atomes de chlore ou de brome; ce qui ne se peut pas.

» 3°. Le chloro- et le bromo-picryle sont inattaquables par la potasse; ce qui ne peut pas être, s'ils sont formés par la combinaison du picryle avec le chlore ou le brome, sans substitution.

» Mes nouvelles analyses donnent pour le picryle H^{30} au lieu de H^{28}.

» La composition du chlorure et du bromure n'a pas de changement à subir, et les trois anomalies disparaissent.

Conine.

» La composition attribuée à la conine par M. Ortigosa est la suivante

$$C^{32} Az^2 H^{32};$$

mais les analyses de M. Ortigosa donnent exactement H^{30}; je m'en tiens à l'expérience.

$$\text{Hydrogène trouvé} = 12,0; \quad H^{30} = 12,0; \quad H^{32} = 12,6.$$

Narcotine, acide opianique et leurs dérivés.

			Je propose
La narcotine............	$= C^{92} Az^2 H^{50} O^{14}$	Blyth.	*id.*
La narcogénine..........	$= C^{72} Az^2 H^{38} O^{10}$	Blyth.	*id.*
La cotarnine............	$= C^{50} Az^2 H^{26} O^6$	Blyth.	$C^{52} Az^2 H^{26} O^6$
La cotarnine............	$= C^{52} Az^2 H^{26} O^5$	Wöhler.	
L'acide opianique........	$= C^{40} H^{18} O^{10}$	Wöhler.	$C^{40} H^{20} O^{10}$
L'opianate d'ammoniaque...	$= C^{40} H^{24} Az^2 O^{10}$	Wöhler.	$C^{40} H^{26} Az^2 O^{10}$
Le sulfopianate d'ammoniaque	$= C^{40} H^{24} Az^2 O^8 S^2$	Wöhler.	$C^{40} H^{26} Az^2 O^8 S^2$

» Les analyses de la narcotine et de la narcogénine s'accordent avec ma règle. Les autres ne s'accordent pas, soit avec celle de M. Gerhardt, soit avec la mienne. N'ayant pas eu ces corps à ma disposition, je n'ai pu en répéter les analyses; mais en consultant le Mémoire de M. Wölher, on ne tarde pas à être convaincu que les recherches de ce chimiste distingué sont exactes, et que les formules seules ne le sont pas. Les réactions ne s'accordent pas non plus avec les formules de MM. Wöhler et Blyth. Les formules que je propose s'accordent avec les analyses, avec les réactions, et avec les règles de M. Gerhardt et les miennes.

La narcotine.............	$C^{92} Az^2 H^{50} O^{14}$	se transforme, par l'oxydation, en
cotarnine..............	$C^{52} Az^2 H^{26} O^{6}$	
Il reste...................	$C^{40} H^{24} O^{8}$	
En oxydant, on a..........	$- H^4 + O^2$	
Acide opianique...........	$C^{40} H^{20} O^{10}$	monobasique.
Oxydant encore, on a.......	$+O^2$	
Acide hémipinique.........	$C^{40} H^{20} O^{12}$	bibasique.

» La narcogénine se forme par l'oxydation de la narcotine; mais, comme cette oxydation donne aussi de la cotarnine, il en résulte que celle-ci s'unit à l'état naissant, avec la narcotine pour faire la narcogénine; on a

Narcotine.................	$C^{92} H^{50} Az^2 O^{14}$
Cotarnine.................	$C^{52} H^{26} Az^2 O^{6}$
2 équivalents de narcogénine..	$C^{144} H^{76} Az^4 O^{20}$

De plus, on a, par l'oxydation de 2 équivalents de narcotine,

2 équivalents de narcotine..	$C^{184} H^{100} Az^4 O^{28}$
	$+ O^4$
= 2 équivalents de narcogénine =	$C^{144} H^{76} Az^4 O^{20}$
+ 1 *id.* d'acide opianique =	$C^{40} H^{20} O^{10}$
+ 2 *id.* d'eau......... =	$H^4 O^2$

Alloxantine, isathyde, etc.

» La composition de l'alloxane, de l'indigo, de l'isatine et de la quinone offre le rapport voulu entre l'hydrogène et l'azote. Ces quatre corps, soumis à l'influence de l'hydrogène naissant, en absorbent seulement 2 atomes pour former de l'alloxantine, de l'indigo blanc, de l'isathyde et de la quinone verte. La composition de ces quatre derniers corps ne s'accorde donc plus avec ma règle. Faut-il rejeter celle-ci ou bien les analyses de ces quatre corps? Non, car il suffit de doubler les formules pour faire disparaître les anomalies.

» On trouvera, sans doute, que je prends un singulier détour en présence d'analyses dont je ne puis contester l'exactitude; on me dira que ma règle est nécessairement infaillible, si je puis doubler *arbitrairement* les formules, et qu'alors elle n'a aucune valeur.

» Pour voir si ma règle est applicable à un corps, ne faut-il pas que l'équivalent de celui-ci soit déterminé? Comme on ne connaît pas encore celui des quatre composés précédents, je pourrais donc les laisser de côté, puisqu'ils ne prouvent rien, soit pour, soit contre ma règle.

» Mais consultons les réactions, et quelques nouvelles expériences que j'ai faites sur l'isathyde.

» Représentons la quinone par Q, la quinone verte sera

$$Q + H^2, \quad \text{ou} \quad Q^2 + H^4.$$

La quinone peut donner, avec l'hydrogène, les *cristaux blancs* $Q + H^4$. La quinone et les cristaux blancs donnent de la quinone verte ; de plus, celle-ci peut se décomposer en quinone et en cristaux blancs ; donc la formule de la quinone verte doit se représenter par

$$Q + (Q + H^4), \quad \text{ou par} \quad Q^2 + H^4.$$

Peu importe ici l'arrangement des atomes.

» Je n'ai pas pu prendre directement le poids atomique de l'isathyde, mais celui de quelques-uns des produits auxquels elle donne naissance sous l'influence de la potasse, l'indine et l'hydrindine.

» De nouvelles analyses de l'indine et de la chlorindine m'ont conduit aux formules suivantes

$$C^{64}H^{20}Az^4O^4, \quad \text{et} \quad C^{64}H^{16}Cl^4Az^4O^4.$$

J'ai obtenu une combinaison cristallisée d'indine et de potasse, dont la formule est

$$C^{64}H^{18}KAz^4O^4.$$

» De nouvelles analyses de l'hydrindine ont confirmé son ancienne formule ; je suis parvenu à déterminer son poids atomique ; en la combinant avec la potasse, il se forme de beaux cristaux dont la formule est

$$C^{128}H^{50}KAz^8O^{10}.$$

» La transformation de l'isathyde en indine et en isatine peut maintenant s'expliquer facilement :

$$\underset{\text{Isathyde.}}{2C^{64}H^{24}Az^4O^8} = \underset{\text{Indine.}}{C^{64}H^{20}Az^4O^4} + \underset{\text{Isatine.}}{2C^{32}H^{10}Az^2O^4} + 2H^4O^2.$$

» Quoiqu'il soit impossible de prendre directement le poids atomique de l'isathyde, l'on me permettra de conclure, des expériences précédentes, que, lorsque l'isatine C^{32} se change en isathyde ou en indine, son poids atomique se double ; et, lorsqu'elle se métamorphose en hydrindine, son poids atomique se quadruple. On me permettra, de même, de conclure, par analogie, que, lorsque l'alloxane et l'indigo se convertissent en alloxantine et en indigo blanc, leur poids atomique se double également. Nous savons d'ailleurs, par

les expériences de M. Dumas, que l'indigo peut donner naissance aux acides sulfindigotique C^{32} et sulfopurpurique C^{64}.

» On connaît un millier de combinaisons azotées; il y en a neuf cent cinquante qui s'accordent avec ma règle, et cinquante qui lui sont contraires.

» Je cite, au hasard, quelques-unes des neuf cent cinquante :

» Urée, nitrate d'ammoniaque, acides cyanique, fulminique, cyanilique, cyanurique, anthranilique, oxalurique, urique, dialurique; formiate, acétate, acrylate, butyrate, valérianate, benzoate, etc., d'ammoniaque; oxamide, butyramide, benzamide, etc.; aniline et ses sels; kakodyle et ses sels, etc.

» Je cite de même, au hasard, quelques-unes des cinquante :

» Fibrine, albumine, chondrine, tritoxyde de protéine; acide crénique, apocrénique; sacchulmate d'ammoniaque; sucre de gélatine; acide nitrosaccharique, nitrophlorétique; pseudomorphine, chélidonine, sabadilline, berberine, corydaline, ménispermine, sanguinarine, etc.

» Qui voudrait affirmer que l'analyse d'un seul de ces derniers corps est exacte, surtout lorsque l'on considère que ceux-ci ne sont pas cristallisables, ou bien que leurs analyses sont anciennes, ou bien encore que leur poids atomique n'a pas été déterminé?

» Je ne connais maintenant pas un seul corps, bien analysé, et dont le poids atomique ait été déterminé, qui ne s'accorde avec ma règle. On pourrait me citer les mellonures; ici de grands intérêts sont en jeu : la théorie des radicaux d'un côté, les équivalents de M. Gerhardt et ma loi de l'autre. La bataille se livrera donc sur les mellonures; elle n'est pas encore perdue pour nous. »

« MINÉRALOGIE. — M. **Dufrénoy** présente, au nom de M. **Damour**, une Notice sur un sulfo-arséniure de plomb cristallisé; cette espèce nouvelle provient du Saint-Gothard : elle est disséminée en cristaux trapézoèdres très-nets sur la dolomie, et elle est associée avec le réalgar et le cuivre gris : sa forme et son éclat métallique l'ont constamment fait confondre avec cette dernière espèce; elle s'en distingue cependant par un éclat résineux très-vif, et par sa poussière qui est d'un brun rouge passant au rouge. Aigre et très-fragile, on la réduit facilement en poussière. Sa pesanteur spécifique est 5,549.

» Ce minéral, chauffé sur le charbon, fond rapidement en dégageant

une odeur sulfureuse, puis une odeur arsenicale; il laisse à la fin un petit globule de plomb malléable entouré d'une auréole jaune.

» Chauffé dans le tube fermé, il donne un sublimé de réalgar qui apparaît immédiatement sous forme de gouttelettes rouges transparentes.

» M. Damour a trouvé pour la composition de ce minéral :

		Rapports.	
Soufre.	22,18	1100	5
Arsenic.	20,73	440	2
Plomb.	57,09	440	2
	100,00		

éléments qui conduisent à la formule :

$$2\overset{,}{Pb} + \overset{,,,}{As}. »$$

CHIMIE. — *Sur les composés dérivés de l'ammoniaque.* (Lettre de M. **Baudrimont.**)

« J'ai l'honneur de vous prier de vouloir bien offrir en mon nom, à l'Académie des Sciences, une petite brochure intitulée : *Observations sur les composés dérivés de l'ammoniaque.* (Extrait du deuxième volume de mon *Traité de Chimie.*)

» Dans cette brochure, j'examine successivement la théorie des amides, celle de l'ammoniaque et celle de l'ammonium ; je fais voir la profonde analogie existant entre l'amidogène et le cyanogène, qui paraissent être deux corps dérivés d'un même type, dans lesquels l'hydrogène et le carbone jouent des rôles identiques. Par suite de ces considérations, les composés *amidés* de la chimie organique deviennent comparables à des acides anhydres; et, étendant par analogie cette théorie à l'ensemble de la chimie actuelle, en comparant l'amidogène aux chloroïdes, et l'ammonium aux natroïdes, j'en déduis non-seulement que les éléments chimiques peuvent être composés, mais encore par quelle suite de condensations et de combinaisons ils peuvent prendre naissance.

» Cette hypothèse, d'ailleurs, quoique n'étant pas rigoureusement démontrée, est plus probable que l'hypothèse contraire, qui admet la simplicité des éléments, puisque cette simplicité n'est démontrée que par l'impuissance de la science de notre époque, tandis qu'il existe bien évidemment des corps composés qui jouent les mêmes rôles dynamiques que les prétendus éléments chimiques.

» Dans le *Compte rendu* de la dernière séance de l'Académie, on trouve

une Lettre de M. Gerhardt, dans laquelle ce savant tend à établir que les composés que l'on a considérés jusqu'à présent comme amidés, au lieu de l'amidogène $Az H^2$, contiennent un autre produit moins hydrogéné, Az H. Il résulte de cette nouvelle hypothèse que les composés amidés correspondent aux prétendus acides organiques, c'est-à-dire aux composés hydriques. Ce résultat est très-favorable à l'opinion de M. Gerhardt, puisque l'on ne connaît dans la chimie organique, et comme de véritables exceptions, que trois ou quatre acides anhydres. Mais, après tout, ce n'est qu'une opinion : le nouveau point de vue de M. Gerhardt ne change rien aux proportions pondérales des composés amidés, tels qu'on les a connus jusqu'à présent, et le parallélisme que j'ai établi entre l'amidogène et le cyanogène permettra encore de douter; car, après tout, les acides anhydres, existant en grand nombre dans la chimie minérale, ne sont point impossibles dans la chimie organique, et les véritables amides n'ont rien, comme propriétés chimiques, qui les rapproche des composés hydriques ordinaires, qui sont généralement acides par leurs réactions. Le doute est donc encore permis. Toutefois, j'admets comme très-probable que l'imide peut exister tout aussi bien que l'amidogène.

» Espérons que l'on trouvera une nouvelle réaction qui permettra de démontrer l'existence de ces corps, comme on peut distinguer l'amidogène et l'ammoniaque ou l'ammonium, lorsque *toutefois il n'y a point d'hydrogène en excès dans les composés amidés,* hydrogène qui permet de reconstruire immédiatement l'ammoniaque; et c'est malheureusement le cas des combinaisons pour lesquelles M. Gerhardt a établi sa nouvelle théorie. »

M. **Arago** annonce que M. *Cattlin,* qui précédemment a fait hommage à l'Académie d'un ouvrage très-important sur les caractères physiques et sur les mœurs des *Indiens de l'Amérique du Nord,* se propose d'amener prochainement à Paris quelques indigènes appartenant à des peuplades dont il a fait l'histoire.

La Commission qui avait été chargée d'examiner les botocudos amenés par M. Porte sera invitée à se mettre en communication avec M. Cattlin à son retour de Londres.

M. **Rivoire**, auteur d'un des deux ouvrages qui, au dernier concours, ont partagé le *prix de Statistique* fondé par M. de Montyon, adresse ses remercîments à l'Académie.

M. **Virlet**, à l'occasion des communications récentes qui établissent le peu

de hauteur des environs de *Biskra* au-dessus de la mer, met sous les yeux de l'Académie une carte gravée qui paraît avoir été faite pour l'intelligence de certains voyages mentionnés par les anciens, et sur laquelle est figurée une mer qui occupe la partie du désert dont il vient d'être parlé.

M. Arnollet adresse quelques remarques relatives au Rapport qui a été fait dans la précédente séance sur son système de *chemins de fer atmosphériques*.

La Lettre de M. Arnollet est renvoyée à l'examen de la Commission qui a fait le Rapport.

M. Passot demande de nouveau qu'il soit fait un Rapport sur ses dernières communications relatives à la *théorie des forces centrales*.

M. Grenier envoie une addition à sa Note sur un *dispositif destiné à empêcher le déraillement des voitures marchant sur les chemins de fer*.

La séance est levée à 5 heures. A.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans cette séance, les ouvrages dont voici les titres :

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie royale des Sciences; 1er semestre 1845; n° 14; in-4°.

Sur un exposé de la théorie de la Lune rédigé par un auteur arabe du Xe siècle. — Article de M. BIOT. (Ext. du *Journal des Savants* de mars 1845.) In-4°.

Annales maritimes et coloniales; par MM. BAJOT *et* POIRÉE; mars 1845; in-8°.

Des Métamorphoses physiologiques de l'Homme dans l'éducation; par M. VIREY; brochure in-8°.

Manuel de la Cour d'Assises dans les questions d'empoisonnement, à l'usage des magistrats, des avocats, des experts, des jurés et des témoins; par M. J. BARSE; 1 vol. in-8°.

Annales de la Société royale d'Horticulture de Paris; mars 1845; in-8°.

De la Fécondation naturelle et artificielle des Végétations et de l'Hybridation; par M. H. LECOQ; in-12.

Observations sur les composés dérivés de l'Ammoniaque; par M. A. BAUDRIMONT; brochure in-8°.

Revue zoologique, par la Société Cuviérienne; 1845; n° 3; in-8°.

Journal de Pharmacie et de Chimie; avril 1845; in-8°.

Journal de la Société de Médecine pratique de Montpellier; avril 1845; in-8°.

Journal de Médecine; par M. TROUSSEAU; avril 1845; in-8°.

Journal des Connaissances médico-chirurgicales; avril 1845; in-8°.

L'Abeille médicale; avril 1845; in-8°.

Bulletin polytechnique, Revue des sciences exactes, de leurs applications et de leur enseignement, etc.; par M. AUG. BLUM; tome Ier, n° 3; avril 1845; in-8°.

The Journal... *Journal de la Société royale d'Agriculture d'Angleterre;* tome V; 2e partie. Londres, 1845; in-8°.

On the... *Sur la Morphologie du système reproducteur des Zoophytes circulaires, et son analogie avec le système reproducteur des Plantes phranérogames; par* M. E. FORBES. Londres, 1844; in-8°.

The electrical... *Magasin électrique; par* M. CH. WALKER; tome Ier; n° 8; avril 1845; in-8°.

The medical Times; n° 290; in-4°.

Verhandeling... *Sur quelques fonctions vitales des Plantes; par* M. Bergsma. Utrecht; in-4°.

Memorie... *Mémoires de Physique et de Chimie de la Société italienne des Sciences résidente à Modène;* tome XXIII; partie physique; in-4°. Modène, 1844.

Gazette médicale de Paris; tome XIII, 1845; n° 15; in-4°.

Gazette des Hôpitaux; nos 41 et 43.

L'Écho du Monde savant; n° 26; in-4°.

———